

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

## **НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Электронный образовательный контент

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование образовательной деятельности» Программы развития СГАУ на 2009-2018 годы по проекту «Разработка стандарта НИУ «Производство изделий на предприятиях аэрокосмического кластера»  
Соглашение №1/5 от 03.06.2013 г.

САМАРА 2013

УДК 514.18(075)+004.9(075)

ББК22.151.3я7+32.9я7

НЗ65

Авторы-составители: Иващенко Владимир Иванович,  
Савченко Нелли Вячеславовна,  
Гаврилов Валерий Николаевич,  
Мурачева Ирина Васильевна,  
Платонова Валентина Васильевна

Начертательная геометрия и инженерная графика: [Электронный ресурс] : Электрон. образоват. контент / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т. им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т); авт.- сост. Б. А. Титов, И.В. Потапов.- Электрон. текстовые и граф. данные.(27,427 Мбайт.) – Самара, 2013. – 1 эл. оптич. диск (CD – ROM)

В состав контента входят:

1. Электронное учебное пособие по начертательной геометрии
2. Электронное учебное пособие по инженерной графике.
3. Электронные контрольные материалы
4. АПИМы

Контент предназначен для подготовки бакалавров направлений 150400.62 «Металлургия», 150700.62 «Машиностроение, 152200.62 «Наноинженерия» «Инженерно- технологического факультета»; изучающих дисциплину «Инженерная графика» во 2 семестре.

Разработано на кафедре инженерной графики..

Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

**Н. В. Савченко, В. В. Платонова**

## **Практикум по начертательной геометрии**

Электронное учебное пособие

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование  
образовательной деятельности» Программы развития СГАУ  
на 2009 — 2018 годы по проекту Разработка стандарта НИУ  
«Производство изделий на предприятиях аэрокосмического кластера»  
Соглашение № 1/5 от 03 июня 2013 г.

Самара  
2013

УДК СГАУ: 514.18(075)

ББК 22.151.3я7

С137

Авторы: **Савченко Нелли Вячеславовна,**  
**Платонова Валентина Васильевна**

**Савченко, Н.В. Практикум по начертательной геометрии** [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Н. В. Савченко, В. В. Платонова; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т) – Электрон. и граф. дан. (5,31 Мбайт). – Самара, 2013. – 1 эл. опт. диск. (CD-ROM).

Кратко изложены основные теоретические положения курса «Начертательная геометрия». Рассмотрены примеры решения конкретных геометрических задач с алгоритмами их решения.

Учебное пособие предназначено для подготовки бакалавров и специалистов направлений 150400 «Металлургия», 150700 «Машиностроение», 152200 «Наноинженерия» «Инженерно-технологического факультета»; 151600 «Прикладная механика», 160100 «Самолетостроение», 160400 «Ракетные транспортные системы», 220700 «Автоматизация технологических процессов и производств», 221400 «Управление качеством», 221700 «Стандартизация и метрология» факультета «Летательные аппараты, изучающих дисциплину «Начертательная геометрия» в 1 семестре.

Разработано на кафедре инженерной графики.

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет,  
2013



## **ВВЕДЕНИЕ**

Начертательная геометрия – одна из основных дисциплин, составляющих основу инженерного образования. Являясь теоретической базой построения чертежей, она в большей степени, чем другие дисциплины, развивает пространственное инженерное мышление. Знание ее законов, умение применять ее выводы на практике – необходимое условие подготовки квалифицированного инженера.

Данное учебное пособие базируется на материале лекций, читаемых на кафедре «Инженерной графики» Самарского государственного аэрокосмического университета и материалах практических занятий<sup>1</sup>. Оно содержит краткое изложение теоретического материала курса начертательной геометрии, подкрепленное решением типовых задач, а также контрольные вопросы для закрепления теоретического материала.

Пособие разработано на кафедре «Инженерная графика» и может быть использовано в качестве дополнительной литературы при обучении студентов «Инженерно-технологического факультета», обучающихся по направлениям 150400 «Металлургия», 150700 «Машиностроение», 152200 «Наноинженерия».

По учебному плану курс начертательной геометрии изучается студентами первого года обучения путем прослушивания лекций, решения типовых геометрических задач на практических занятиях, самостоятельного решения ряда задач и выполнения графических работ. Для проверки усвоения курса проводится экзамен.

### **Структура дисциплины «Начертательная геометрия»**

1. Точка, прямая, плоскость.
  - 1.1. Метод проекций.
  - 1.2. Комплексный чертеж Монжа.
  - 1.3. Точка на комплексном чертеже.

---

<sup>1</sup> См. п. 7 – 8 Рекомендуемого библиотечного списка.

- 1.4. Прямая на комплексном чертеже.
- 1.5. Плоскость на комплексном чертеже.
2. Метод прямоугольного треугольника.
3. Взаимное положение геометрических объектов.
  - 3.1. Прямая и точка в плоскости.
  - 3.2. Взаимное положение прямых.
  - 3.3. Параллельность прямой и плоскости. Параллельность плоскостей.
  - 3.4. Пересечение плоскостей.
  - 3.5. Пересечение прямой с плоскостью. Видимость на комплексном чертеже.
4. Перпендикулярность геометрических объектов.
  - 4.1. Формулировка теоремы о проецировании прямого угла.
  - 4.2. Перпендикулярность прямых.
  - 4.3. Перпендикулярность прямой и плоскости.
  - 4.4. Перпендикулярность плоскостей.
5. Метод преобразования комплексного чертежа.
  - 5.1. Замена плоскостей проекций.
6. Поверхности.
  - 6.1. Поверхность на комплексном чертеже.
  - 6.2. Линия и точка на поверхности.
  - 6.3. Пересечение прямой и плоскости с поверхностью.
  - 6.4. Пересечение поверхностей.
7. Аксонометрические проекции.

## Условные обозначения геометрических объектов

### 1. Плоскости проекций:

$\Pi_1$  – горизонтальная плоскость проекций;

$\Pi_2$  – фронтальная плоскость проекций;

$\Pi_3$  – профильная плоскость проекций.

### 2. Точки – прописные буквы латинского алфавита или арабские цифры (промежуточные точки): $A, B, C \dots$ или $1, 2, 3 \dots$

### 3. Проекции точек:

$A_1, B_1, C_1 \dots I_1, 2_1, 3_1 \dots$  – горизонтальные проекции точек;

$A_2, B_2, C_2 \dots I_2, 2_2, 3_2 \dots$  – фронтальные проекции точек;

$A_3, B_3, C_3 \dots I_3, 2_3, 3_3 \dots$  – профильные проекции точек.

### 4. Прямые – строчные буквы латинского алфавита: $a, b, c \dots$

Прямые, проходящие через точки  $A$  и  $B$ ,  $1$  и  $2$ :  $(A-B)$ ,  $(1-2)$ .

### 5. Проекции прямых:

$a_1, b_1, c_1 \dots, (A_1-B_1), (1_1-2_1)$  – горизонтальные проекции прямых;

$a_2, b_2, c_2 \dots, (A_2-B_2), (1_2-2_2)$  – фронтальные проекции прямых;

$a_3, b_3, c_3 \dots, (A_3-B_3), (1_3-2_3)$  – профильные проекции прямых.

### 6. Отрезки прямых, ограниченных точками: $[AB]$ , $[CD] \dots$

### 7. Луч с началом в точке $A$ : $[A-B)$ .

### 8. Линии уровня:

$h$  – горизонтальная прямая;

$f$  – фронтальная прямая;

$p$  – профильная прямая.

### 9. Плоскости – прописные буквы греческого алфавита: $\Theta, \Sigma, \Psi \dots$

### 10. Следы плоскостей:

$\Theta_1, \Sigma_1, \Psi_1 \dots$  – горизонтальный;

$\Theta_2, \Sigma_2, \Psi_2 \dots$  – фронтальный;

$\Theta_3, \Sigma_3, \Psi_3 \dots$  – профильный;

### 11. Расстояния:

$/AB/$  – между точками  $A$  и  $B$ ;

$/a, b/$  – между параллельными прямыми  $a$  и  $b$ ;

$/A, \eta/$  – между точкой  $A$  и плоскостью  $\eta$ ;

$/\tilde{\alpha}, \tilde{\beta}/$  – между параллельными плоскостями.

### 12. Углы – строчные буквы греческого алфавита: $\simeq, \cdot, \circ \dots$


### 13. Величина угла:

$\angle ABC$  или  $\angle AB, BC$  – с вершиной в точке  $B$ ;

$\angle a, b$  – между пересекающимися прямыми;

$\angle \Sigma, \Theta$  – между пересекающимися плоскостями.

**Символы взаиморасположения геометрических  
объектов и логических операций**

Обозначение	Смысловое значение	Пример символической записи
$( \dots )$	способ задания геометрического объекта в пространстве и на комплексном чертеже	$A(A_1, A_2)$ – точка $A$ задана на комплексном чертеже горизонтальной и фронтальной проекциями; $\Sigma(A, b)$ – плоскость $\Sigma$ задана прямой $b$ и точкой $A$ .
$\in$ $\subset, \supset$	принадлежность	$A \in l$ – точка $A$ принадлежит прямой $l$ ; $l \subset \Sigma$ – прямая $l$ лежит в плоскости $\Sigma$
$\equiv$	совпадение	$A_1 \equiv B_1$ – горизонтальные проекции точек $A$ и $B$ совпадают.
$//$	параллельность	$a // b$ – прямые $a$ и $b$ параллельны.
$\perp$	перпендикулярность	$c \perp d$ – прямые $c$ и $d$ перпендикулярны.
	скрещивание	$m, n$ – прямые $m$ и $n$ скрещивающиеся.
$\cap$	пересечение	$k \cap l$ – прямые $k$ и $l$ пересекаются.
$\bar{\cap}$	касание	$l \bar{\cap} \Phi = N$ – прямая $l$ касается плоскости $\Phi$ в точке $N$ .
$\cup$	объединение	$AB \cup BC \cup CD$ – ломаная линия $ABCD$ .
$\sim$	подобие	$\triangle ABC \sim \triangle DEF$ – треугольники $ABC$ и $DEF$ подобны.
$\cong$	конгруэнтность	$\triangle ABC \cong \triangle DEF$ – треугольники $ABC$ и $DEF$ конгруэнтны, т.е. они могут быть совмещены в пространстве движением первого порядка.
$=$	равенство	$ AB  =  CD $ – отрезки $AB$ и $CD$ равны.
$/$	отрицание	$A \notin l$ – точка $A$ не принадлежит прямой $l$ .
$\wedge$	конъюнкция предложений (соответствует союзу «и»)	$K \in a \wedge K \in d$ – точка $K$ принадлежит прямым $a$ и $d$ .
$\vee$	дизъюнкция предложений (соответствует союзу «или»)	$A \in \Sigma \vee A \notin \Sigma$ – точка $A$ принадлежит плоскости $\Sigma$ или точка $A$ не принадлежит плоскости $\Sigma$ .
$\Rightarrow$ $\Uparrow$	логическое следствие – импликация (следовательно, поэтому)	$a // b \wedge c // b \Rightarrow a // c$ – прямые $a$ и $c$ параллельны прямой $b$ , следовательно, они параллельны между собой.

Обозначение	Смысловое значение	Пример символической записи
$\Leftrightarrow$	логическая эквивалентность (что-то, же самое)	$A \in l \Leftrightarrow A_1 \in l_1, \dots, A_n \in l_n$ – точка $A$ принадлежит прямой $l$ , следовательно, ее проекции лежат на одноименных проекциях прямой; справедливо и обратное утверждение: проекции точки $A$ лежат на одноименных проекциях прямой $l$ , следовательно, точка принадлежит этой прямой.
$\rightarrow$ $\leftarrow$	отображение, преобразование	$\frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow \frac{\Pi_4}{\Pi_1}$ – система ортогональных плоскостей $\frac{\Pi_2}{\Pi_1}$ преобразуется в систему плоскостей $\frac{\Pi_4}{\Pi_1}$ .

Таблица 2

## Греческий алфавит

Буква	Название	Буква	Название
$A, \alpha$	альфа	$N, \nu$	ню
$B, \beta$	бета	$\Xi, \xi$	кси
$\Gamma, \gamma$	гамма	$O, o$	<u>омикрон</u>
$\Delta, \delta$	дельта	$\Pi, \pi$	пи
$E, \varepsilon$	эпсилон	$P, \rho$	ро
$Z, \zeta$	дзета	$\Sigma, \varsigma, \sigma$	сигма
$H, \eta$	эта	$T, \tau$	тау
$\Theta, \vartheta, \theta$	тэта	$Y, \upsilon$	ипсилон
$I, \iota$	йота	$\Phi, \varphi$	фи
$K, \kappa$	каппа	$X, \chi$	хи
$\Lambda, \lambda$	<u>ламбда</u>	$\Psi, \psi$	пси
$M, \mu$	мю	$\Omega, \omega$	омега

## КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ ТОЧКИ. КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ ПРЯМЫХ. ТОЧКА НА ПРЯМОЙ

*Как называются основные плоскости проекций и как они образуются на комплексном чертеже (КЧ)?*

$\Pi_1$  – горизонтальная плоскость проекций;

$\Pi_2$  – фронтальная плоскость проекций;

$\Pi_3$  – профильная плоскость проекций;

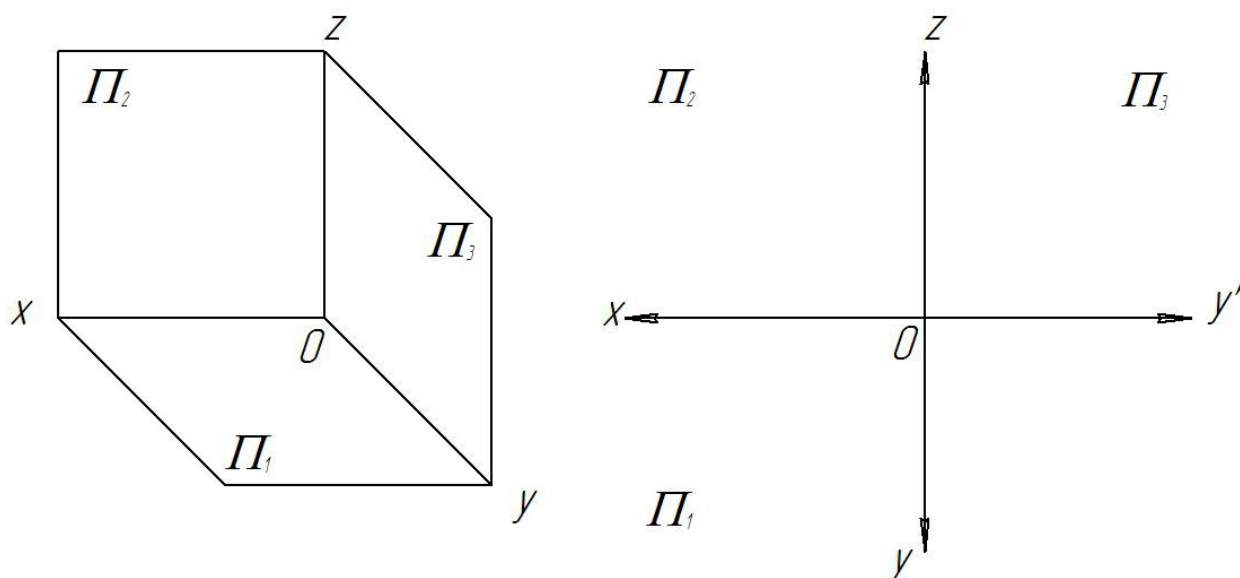
$Ox, Oy, Oz$  – оси проекций.

КЧ получается в результате совмещения горизонтальной и профильной плоскостей проекций с фронтальной плоскостью проекций.

*Почему на КЧ две оси  $y$ ?*

Ось  $y$  лежит как в плоскости  $\Pi_1$ , так и в плоскости  $\Pi_3$ .

$$y \subset \Pi_1; y' \subset \Pi_3$$



**Задача № 1.** Построить в пространстве и на КЧ следующие точки:

1. Точка **A** отстоит от плоскости  $\Pi_1$  на 30 мм, от плоскости  $\Pi_2$  на 20 мм, от плоскости  $\Pi_3$  на 60 мм.
2. Точка **B** принадлежит плоскости  $\Pi_2$  и отстоит от плоскости  $\Pi_1$  на 50 мм, от плоскости  $\Pi_3$  на 30 мм.
3. Точка **C** лежит на оси  $y$  и отстоит от  $\Pi_2$  на 40 мм.

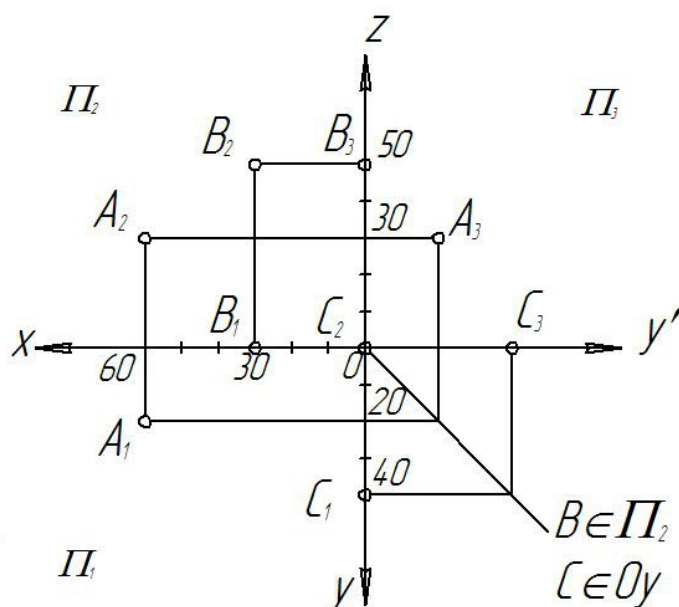
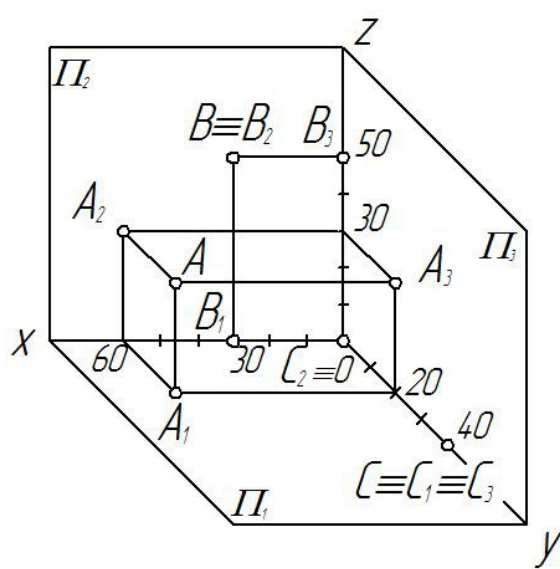
*Какие координаты имеют заданные точки?*

$$A(60; 20; 30), \quad B(30; 0; 50), \quad C(0; 40; 0).$$

### Как построить проекции точек по заданным координатам?

Для нахождения горизонтальной проекции точки необходимо:

1. На осях  $x$  и  $y$  отложить соответствующие координаты точки.
2. Из полученных координат провести линии связи перпендикулярно осям проекций. На пересечении линий связи находится горизонтальная проекция точки.
3. Остальные проекции строятся аналогично.
4. Из полученных проекций точек перпендикулярно плоскостям проекций восстанавливаются проецирующие лучи, на пересечении которых находится сама точка.



Обратить внимание на то, что:

1. На КЧ не присутствует сама точка, однако мы можем судить о ее положении в пространстве.
2. Если точка расположена в плоскости проекций, то две ее проекции лежат на осях проекций
3. Точка, расположенная на оси  $y$ , имеет горизонтальную и профильную проекции на разных ветвях оси  $y$ :

$$C_1 \in y \subset \Pi_1; C_3 \in y' \subset \Pi_3$$

5. Горизонтальная и фронтальная проекции точки лежат на одной линии связи, перпендикулярной оси  $Ox$ , а фронтальная и профильная проекции точки – на одной линии связи, перпендикулярной оси  $Oz$ .
6. По двум проекциям точки можно всегда построить третью проекцию.

На каком расстоянии находится точка  $A$  от плоскости  $\Pi_1$ , осей  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ ?

$$|A, Ox| = |AA_1| = |A_2, Ox| = z_A;$$

$$|A, Ox| = |A_3, O|;$$

$$|A, Oy| = |A_2, O|;$$

$$|A, Oz| = |A_1, O|.$$

**Задача № 2.** Построить недостающие проекции точек  $D$ ,  $E$ ,  $F$ ,  $G$ . Найти расстояние от точки  $D$  до оси  $Ox$ .

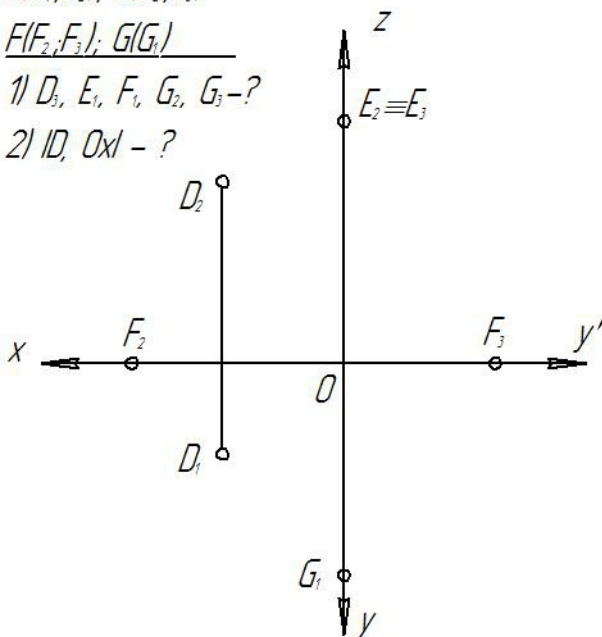
Дано:

$D(D_1; D_2); E(E_2; E_3)$

$F(F_2; F_3); G(G_1)$

1)  $D_3, E_1, F_1, G_2, G_3 - ?$

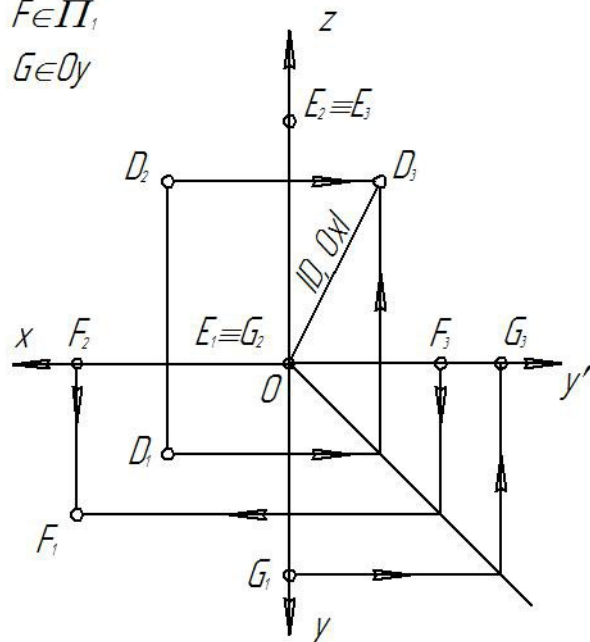
2)  $|D, Ox| - ?$



$E \in Oz$

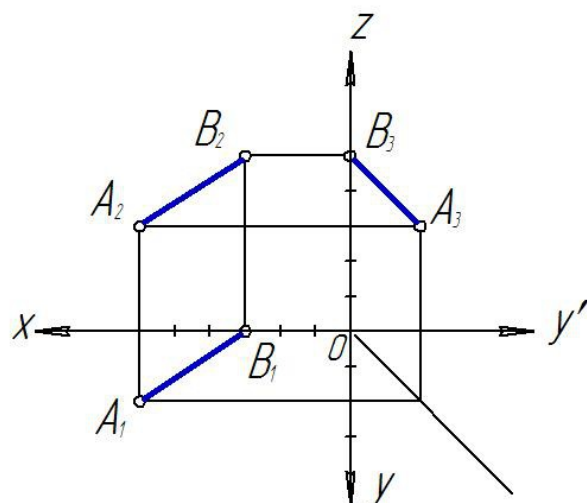
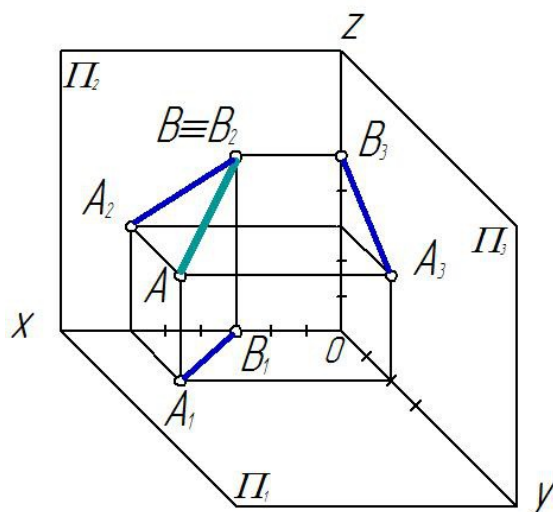
$F \in \Pi_1$

$G \in Oy$



**Как строятся проекции отрезка прямой линии?**

Чтобы построить проекцию отрезка прямой линии, нужно построить проекцию двух точек, ему принадлежащих (показать на рисунке первой задачи темы 1).





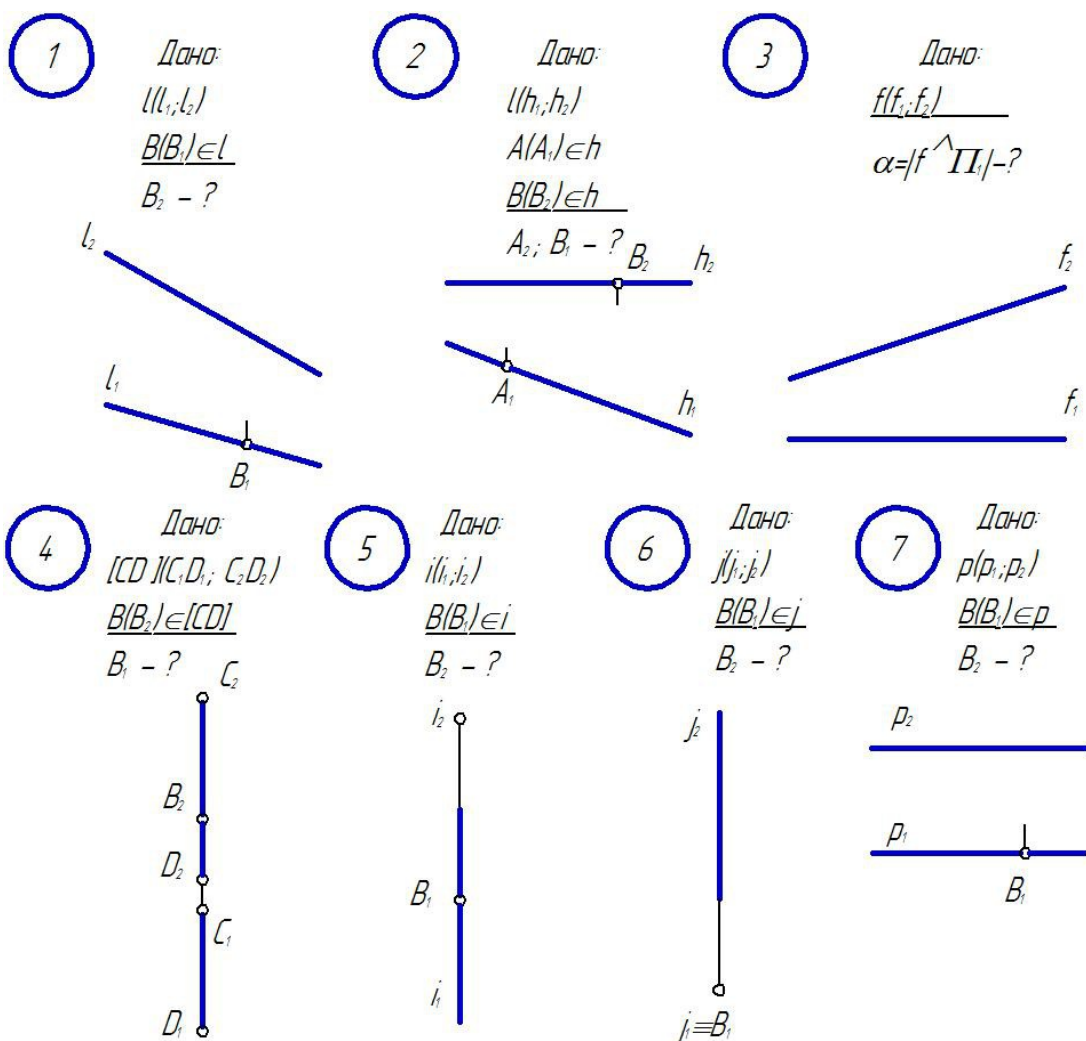
**Какие положения, по отношению к плоскостям проекций, могут занимать прямые и какие названия при этом имеют?**

Прямая общего положения – прямая не параллельная и не перпендикулярная к плоскостям проекций.

Прямые частного положения:

1. Прямые, параллельные одной из плоскостей проекций, – прямые уровня (горизонталь, фронталь и профильная прямая).
2. Прямые, перпендикулярные одной из плоскостей проекций, – проецирующие прямые (горизонтально-проецирующая, фронтально-проецирующая и профильно-проецирующая прямая).

**Задача № 3.** Провести анализ прямых, заданных на КЧ. Построить недостающие проекции точек, принадлежащих заданным прямым.



Смоделируйте в пространстве положение прямых, заданных на КЧ с помощью линейки или карандаша.

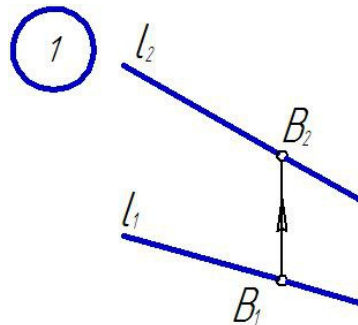
**Какой прямой является прямая  $l$ , исходя из ее проекций, заданных на КЧ?**

Т.к. проекции прямой  $l$  не параллельны и не перпендикулярны линиям связи, то это прямая общего положения (восходящая влево).

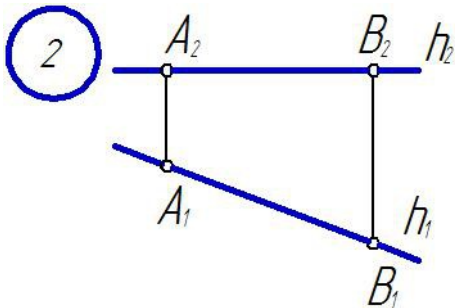
**Как найти недостающую проекцию точки  $B$ , принадлежащей прямой?**

Точка принадлежит прямой, если на КЧ проекции точки лежат на одноименных проекциях прямой

$$B \in l \Rightarrow B_1 \in l_1, B_2 \in l_2$$



**Какими прямыми являются вторая и третья прямые?**



Вторая прямая – горизонталь

$$h \parallel \Pi_1 (h_2 \parallel OX).$$

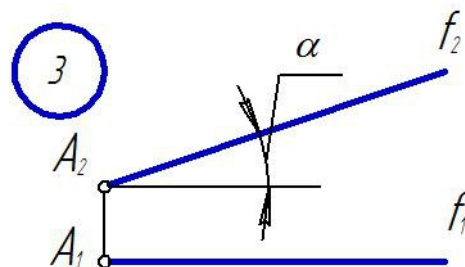
Если на прямой  $h$  взять отрезок  $AB$ , то на горизонтальную плоскость проекций  $\Pi_1$  он спроецируется без искажения

$$|A_1 B_1| = |AB|$$

Третья прямая – фронталь

$$f \parallel \Pi_2 (f_1 \parallel OX).$$

Угол между фронтальной проекцией фронтали и осью  $Ox$  является углом наклона фронтали к горизонтальной плоскости проекций



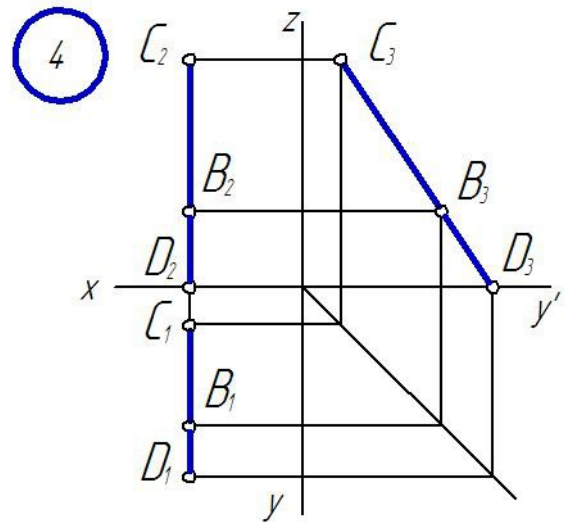
$$\alpha = \left| \overset{\wedge}{f_2 Ox} \right| = \left| \overset{\wedge}{f \Pi_1} \right|$$

**Проанализируйте четвертую прямую. Почему такую прямую нужно задавать отрезком?**

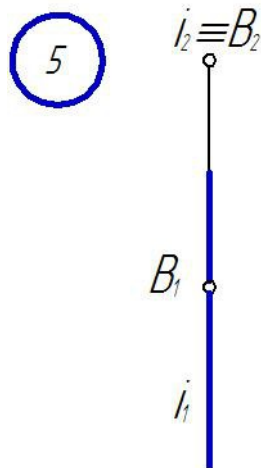
Отрезок  $CD$  принадлежит профильной прямой, она является восходящей. Профильную прямую на чертеже задают отрезком, чтобы определить ее ориентацию в пространстве.

Недостающую проекцию точки  $B$ , принадлежащей плоскости, можно определить с помощью построений на  $\pi_3$

$$B \in [CD] \Rightarrow B_2 \in C_2D_2; B_3 \in C_3D_3; B_1 \in C_1D_1.$$



*Проанализируйте пятую, шестую и седьмую прямые.*



Пятая прямая – фронтально проецирующая прямая

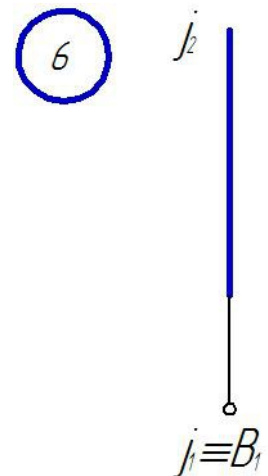
$$i \perp \Pi_2 (i_1 \perp OX),$$

$$B \in i \Rightarrow \begin{cases} B_1 \in i_1, \\ B_2 \equiv i_2. \end{cases}$$

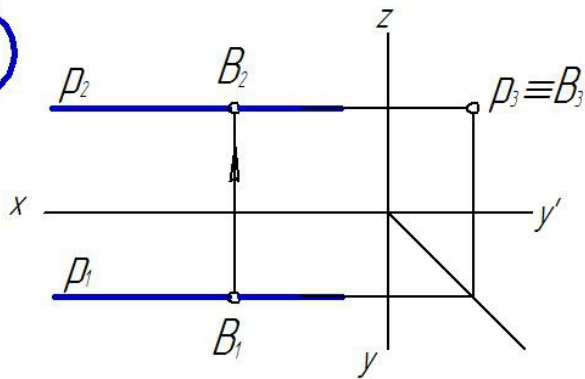
Шестая прямая горизонтально проецирующая:

$$j \perp \Pi_1 (j_2 \perp OX).$$

Фронтальную проекцию точки  $B_2$  определить нельзя, т.к. ей может соответствовать любая проекция, лежащая на фронтальной проекции прямой  $j$



7



Седьмая прямая является  
профильно-проецирующей пря-  
мой

$$p \perp \Pi_3 (p_1 // 0x, p_2 // 0x),$$

$$B \in p \Rightarrow \begin{cases} B_1 \in p_1, \\ B_2 \in p_2, \\ B_3 \in p_3. \end{cases}$$

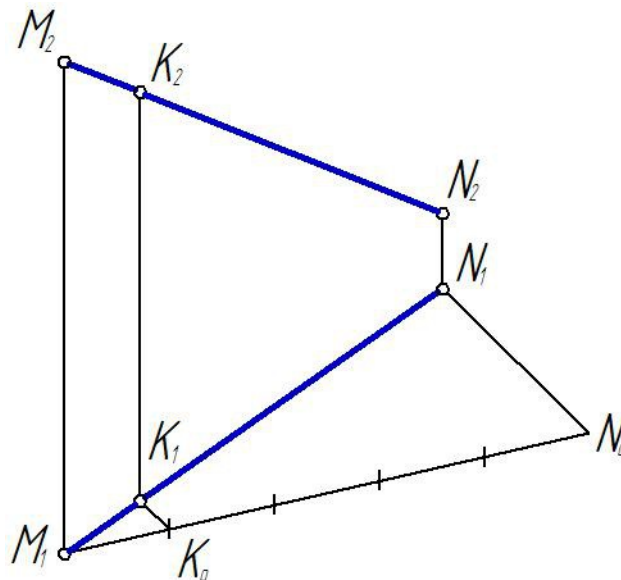
## ДЕЛЕНИЕ ОТРЕЗКА В ЗАДАННОМ ОТНОШЕНИИ

Теорема Фалеса:

*Если параллельные прямые, пересекающие стороны угла, отсекают на одной его стороне равные отрезки, то они отсекают равные отрезки и на другой его стороне.*

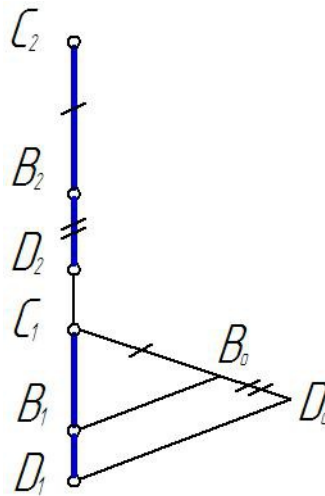
Используя эту теорему, можно легко разделить любой отрезок в заданном отношении.

**Задача № 1.** Разделить отрезок MN точкой K в отношении 1:4.



$$\frac{M_1 K_0}{K_0 N_0} = \frac{M_1 K_1}{K_1 N_1} = \frac{M_2 K_2}{K_2 N_2} = \frac{MK}{KN} = \frac{1}{4}.$$

**Задача № 2.** Найти недостающую проекцию точки  $B$ , принадлежащей отрезку  $CD$  (без построений на плоскости  $\Pi_3$ ).



## МЕТОД ПРЯМОУГОЛЬНОГО ТРЕУГОЛЬНИКА

**Как на КЧ определить натуральную величину отрезка, принадлежащего прямой общего положения?**

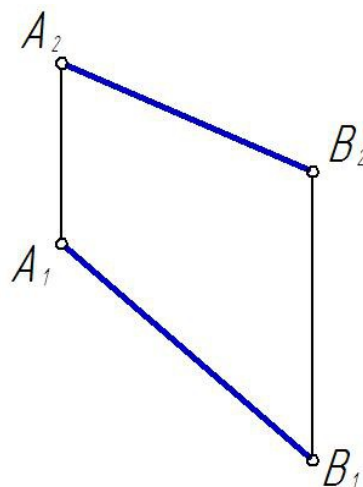
Для нахождения длины отрезка на КЧ строят прямоугольный треугольник, один катет которого равен проекции отрезка на плоскость проекций, другой – разности расстояний от концов отрезка до этой плоскости проекций.

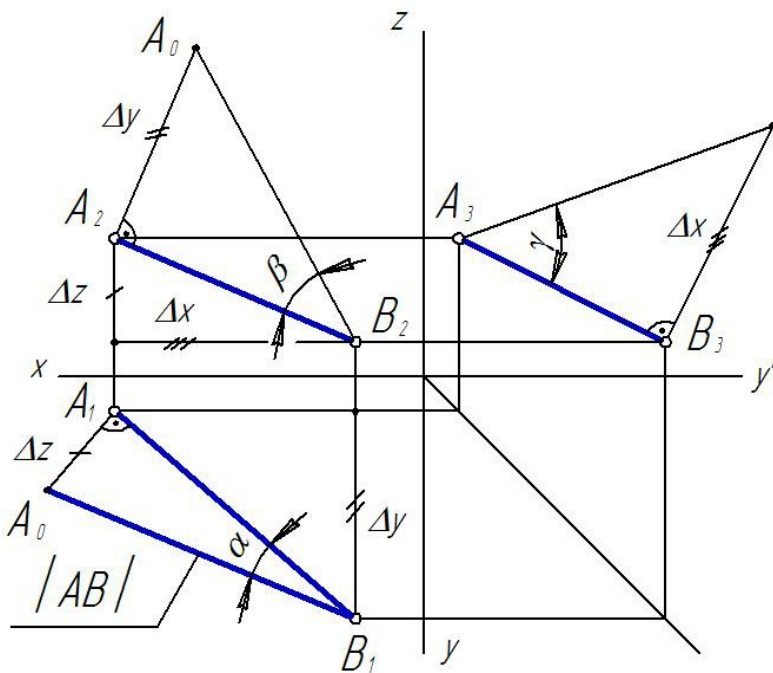
Угол между проекцией отрезка и гипотенузой является углом наклона прямой к этой плоскости проекций.

**Задача № 1.** Определить натуральную длину отрезка  $AB$  и углы наклона его к плоскостям проекций  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$ .

Дано:

$[AB]$	_____
1. $ AB $ – ?	
2. $\alpha =  AB \wedge \Pi_1 $ – ?	
$\beta =  AB \wedge \Pi_2 $ – ?	
$\gamma =  AB \wedge \Pi_3 $ – ?	





1. I кат. -  $A_1 B_1$

II кат. -  $\Delta z = z_A - z_B$   
 $|A_0 B_1| = |AB|$

$\alpha = |A_0 B_1 \wedge B_1 A_1| = |AB \wedge \Pi_1|$

2. I кат. -  $A_2 B_2$

II кат. -  $\Delta y = y_B - y_A$

$\beta = |A_0 B_2 \wedge B_2 A_2| = |AB \wedge \Pi_2|$

3. I кат. -  $A_3 B_3$

II кат. -  $\Delta x = x_A - x_B$

$\gamma = |B_0 A_3 \wedge A_3 B_3| = |AB \wedge \Pi_3|$

**Задача № 2.** Определить натуральную длину отрезка CD и углы наклона его к плоскостям проекций.

Дано:  
 $[CD]$   
 1.  $|CD|$  - ?  
 2.  $\alpha, \beta$  - ?



1.  $[CD] \parallel \Pi_3 \Rightarrow \gamma = 0$

2. I кат. -  $C_1 D_1$

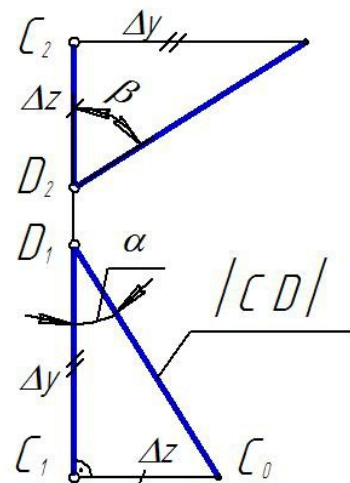
II кат. -  $\Delta z = z_C - z_D = C_2 D_2$

$|C_0 D_1| = |CD|$

$\alpha = |C_0 D_1 \wedge D_1 C_1| = |CD \wedge \Pi_1|$

3.  $\Delta y = y_C - y_D = C_1 D_1$

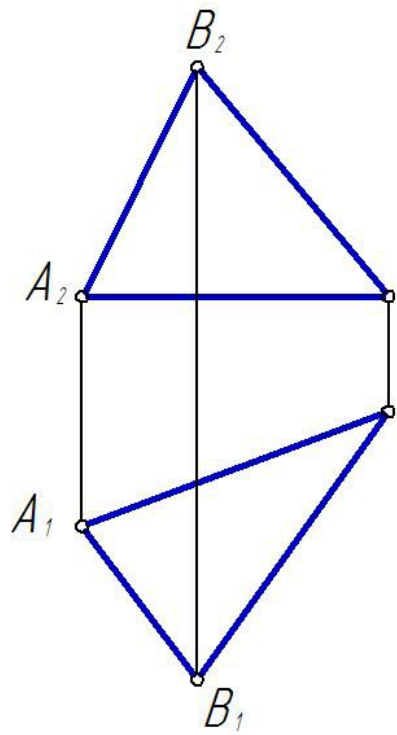
$\beta = |C_1 C_0 \wedge C_0 D_1| = |CD \wedge \Pi_2|$



**Задача № 3.** Определить натуральную величину треугольника ABC.

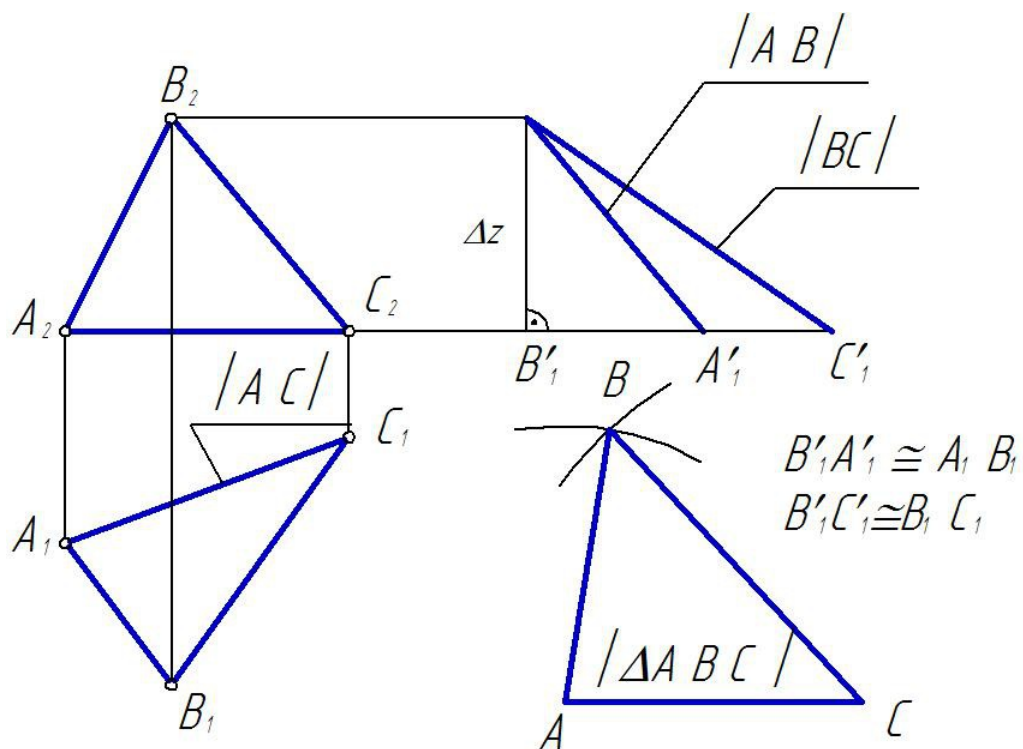
Для того чтобы найти натуральную величину треугольника, необходимо определить величину каждой из его сторон. Проанализируйте графическое условие задачи, **известны ли длины сторон треугольника изначально или необходимы дополнительные построения?**

Дано:  
 $\frac{\Delta ABC}{|ABC|} - ?$



Сторона  $AC$  – горизонталь  
 $|A_1C_1| = |AC|$ . Две другие стороны –  
 общего положения.

Длины сторон  $AB$  и  $BC$  находим  
 методом прямоугольного треуголь-  
 ника. Так как разность расстояний  
 $\Delta z$  этих сторон одинаковая, выносим  
 ее в сторону от проекций и пристра-  
 иваем к ней длины горизонтальных  
 проекций отрезков.





## ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРЯМЫХ

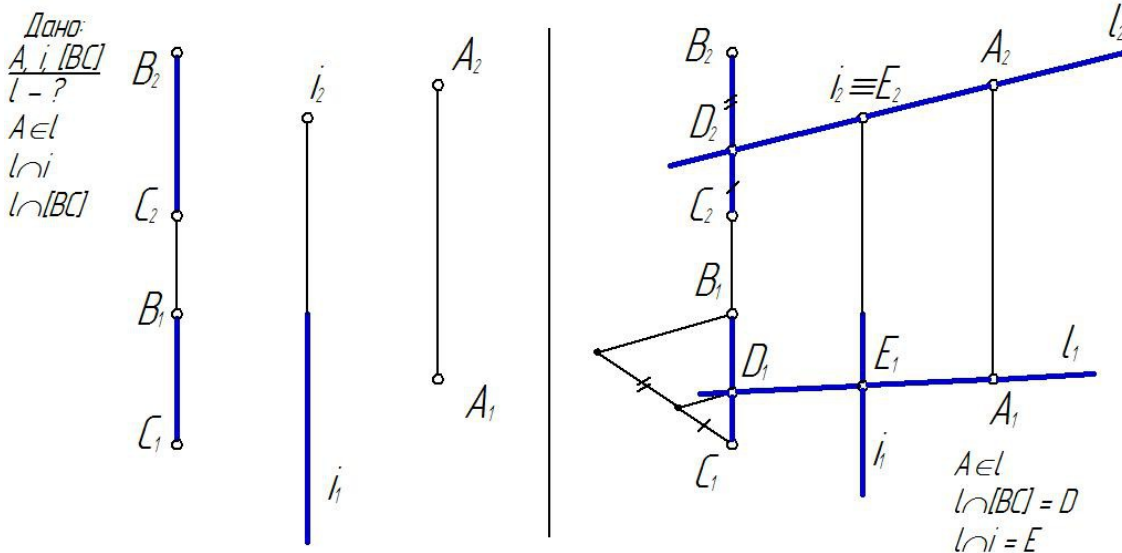
*Какое положение в пространстве могут занимать две прямые?*

В пространстве две прямые могут быть параллельны, пересекаться или скрещиваться.

*Как по КЧ определить взаимное расположение двух прямых?*

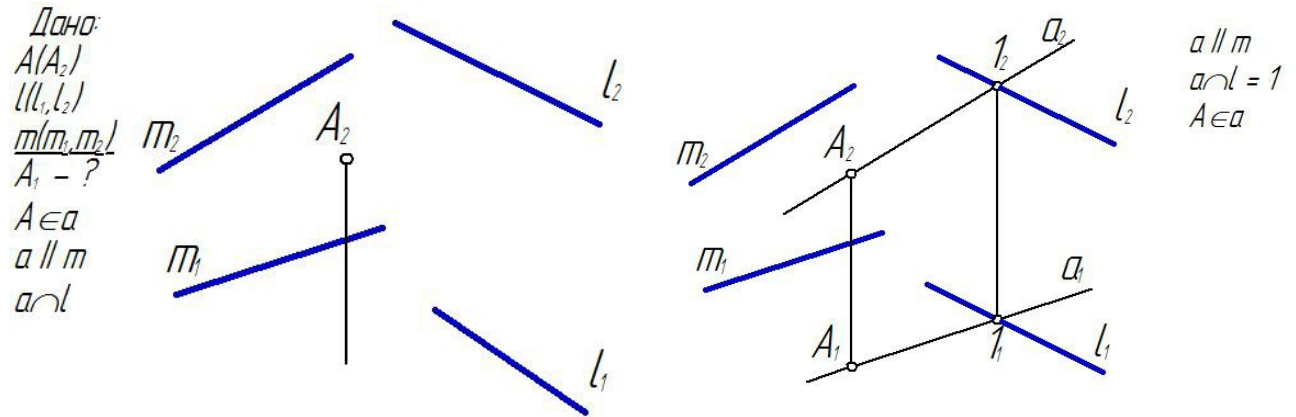
1. Одноименные проекции двух параллельных прямых параллельны между собой.
2. Если одноименные проекции прямых пересекаются и проекции точки пересечения лежат на одной линии связи, то такие прямые пересекаются между собой.
3. Если не выполняется хотя бы одно из вышеперечисленных условий, то прямые скрещиваются.

**Задача № 1.** Через точку  $A$  провести прямую, пересекающую прямую  $i$  и отрезок  $BC$ .

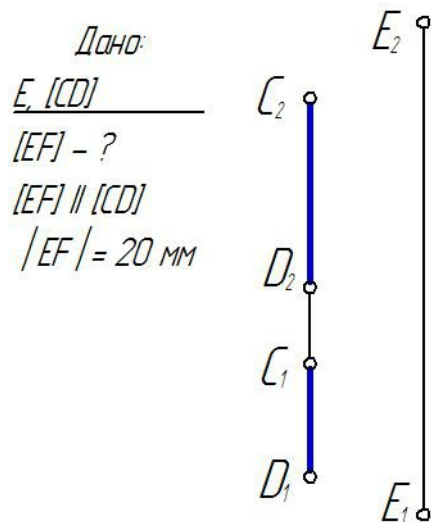




**Задача № 2.** Построить недостающую проекцию точки  $A$ , принадлежащей прямой  $a$ , параллельной прямой  $m$  и пересекающей прямую  $l$ .



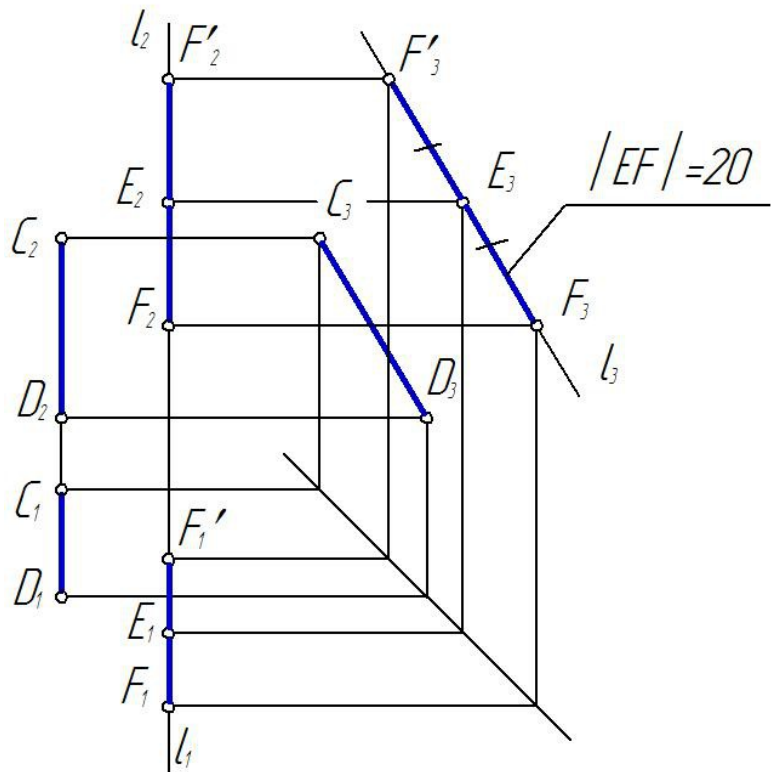
**Задача № 3.** Даны отрезок  $CD$  и точка  $E$ . Построить отрезок  $EF$ , параллельный данному отрезку, если известна его длина. Сколько возможно решений?



**Как на КЧ может быть установлена параллельность профильных прямых?**

На профильной плоскости проекций  $\Pi_3$  их проекции должны быть параллельны.

1.  $E \in l, l \parallel [CD] \parallel \Pi_3$
2.  $[EF] \subset l \Rightarrow |E_3 F_3| = |EF| = 20$



## КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ ПЛОСКОСТЕЙ. ПРЯМАЯ И ТОЧКА В ПЛОСКОСТИ

*Как в пространстве и на КЧ можно задать плоскости?*

Плоскость можно задать:

1. Тремя точками, не лежащими на одной прямой.
2. Прямой и точкой, не лежащей на ней.
3. Двумя параллельными прямыми.
4. Двумя пересекающимися прямыми.
5. Плоской фигурой (треугольником и т.п.).
6. Следами.

*Что называется следом плоскости?*

Следами плоскости называются линии пересечения заданной плоскости с плоскостями проекций.

*Какое положение в пространстве может занять плоскость относительно плоскостей проекций и как она при этом называется?*

Плоскость, не параллельная и не перпендикулярная ни одной из плоскостей проекций, называется плоскостью общего положения.

Плоскость, параллельная одной из плоскостей проекций, называется плоскостью уровня:

$\Gamma(\Gamma_2) \parallel \Pi_1$  - горизонтальная плоскость;

$\Phi(\Phi_1) \parallel \Pi_2$  - фронтальная плоскость;

$\Sigma(\Sigma_1, \Sigma_2) \parallel \Pi_3$  - профильная плоскость.

Плоскость, перпендикулярная одной из плоскостей проекций, называется проецирующей:

$\Sigma(\Sigma_1) \perp \Pi_1$  - горизонтально-проецирующая плоскость;

$\Sigma(\Sigma_2) \perp \Pi_2$  - фронтально-проецирующая плоскость;

$\Sigma \perp \Pi_3$  - профильно-проецирующая плоскость.

**Как по КЧ определить положение плоскости в пространстве, в чем заключается особенность ее задания?**

Проекция элементов, задающих плоскость частного положения, хотя бы на одну из плоскостей проекций вырождается в линию. Если эта линия не параллельна ни одной из осей проекций, то плоскость называется проецирующей, если параллельна – плоскостью уровня.

Если на КЧ геометрические элементы, задающие плоскость, не на одну из плоскостей проекций не будут проецироваться в прямую линию, то заданная плоскость является плоскостью общего положения.

**Как по КЧ установить принадлежность прямой и точки плоскости?**

Прямая принадлежит плоскости, если имеет с плоскостью:

- 1) две общие точки;
- 2) одну общую точку и параллельна прямой, принадлежащей плоскости.

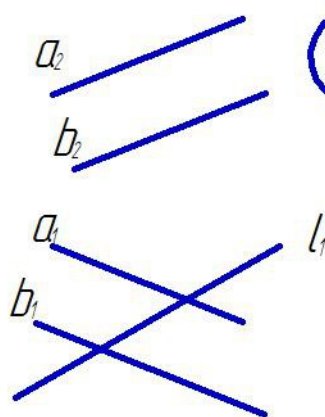
Точка принадлежит плоскости, если она принадлежит прямой, лежащей в этой плоскости.

**Какие линии называют линиями уровня плоскости?**

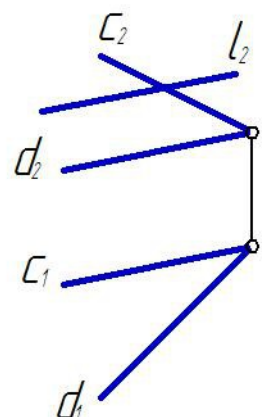
Линиями уровня плоскости называют прямые, лежащие в плоскости и параллельные плоскости проекций.

**Задача № 1.** Провести анализ плоскостей, заданных на КЧ. Построить недостающие проекции прямых или точек, принадлежащих заданным плоскостям.

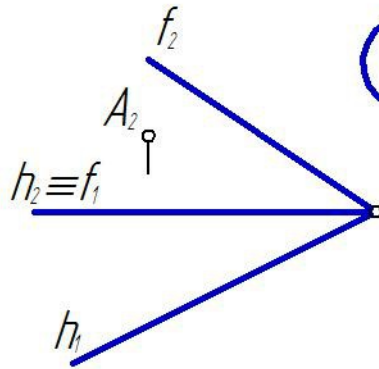
1 Дано:  
 $\Sigma(a \parallel b)$   
 $l(l_1)$   
 $l_2 - ?$   
 $l \subset \Sigma$



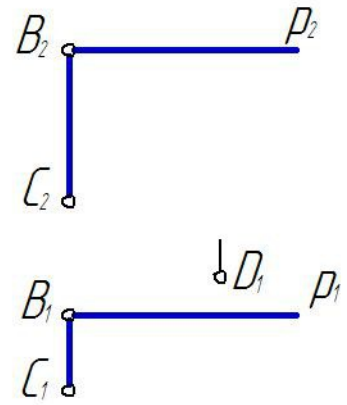
2 Дано:  
 $\Theta(c \cap d)$   
 $l(l_2)$   
 $l_1 - ?$   
 $l \subset \Theta$



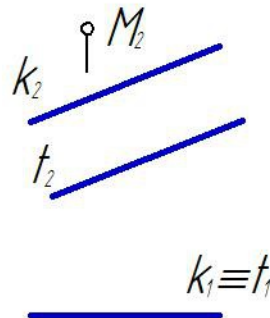
3 Дано:  
 $\Omega(h \cap f)$   
 $\frac{A(A_2)}{A_1 - ?}$   
 $A \in \Omega$



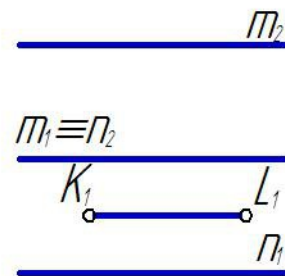
4 Дано:  
 $\Psi(BC \cap p)$   
 $\frac{D(D_1)}{D_2 - ?}$   
 $D \in \Psi$



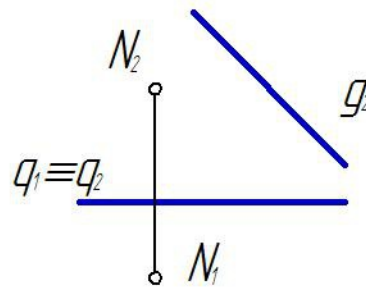
5 Дано:  
 $\mathcal{G}(k \parallel t)$   
 $\frac{M(M_2)}{M_1 - ?}$   
 $M \in \mathcal{G}$



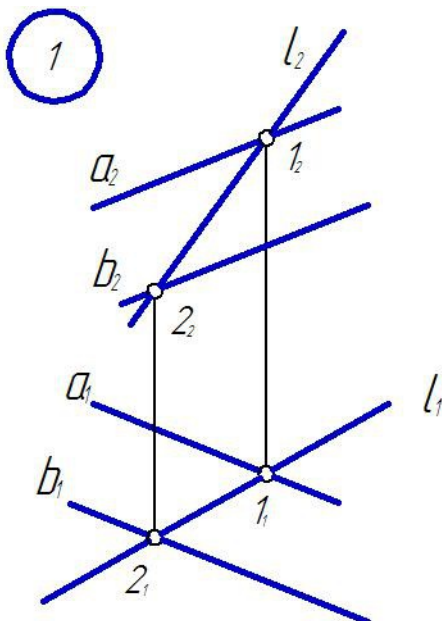
6 доп. Дано:  
 $\zeta(m \parallel n)$   
 $\frac{[KL][K_1L_1]}{K_2L_2 - ?}$   
 $[KL] \subset \zeta$



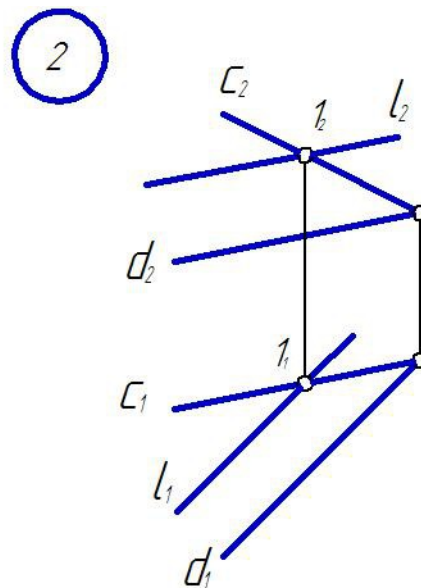
7 доп. Дано:  
 $\Lambda(N, q)$   
 $\frac{q(q_2)}{q_1 - ?}$   
 $g \subset \Lambda$



$\Sigma(a \parallel b)$  – плоскость общего положения;  
 $\Theta(c \parallel d)$  – плоскость общего положения.



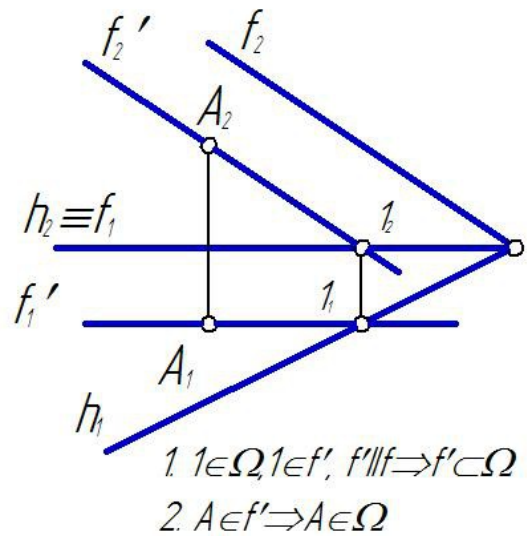
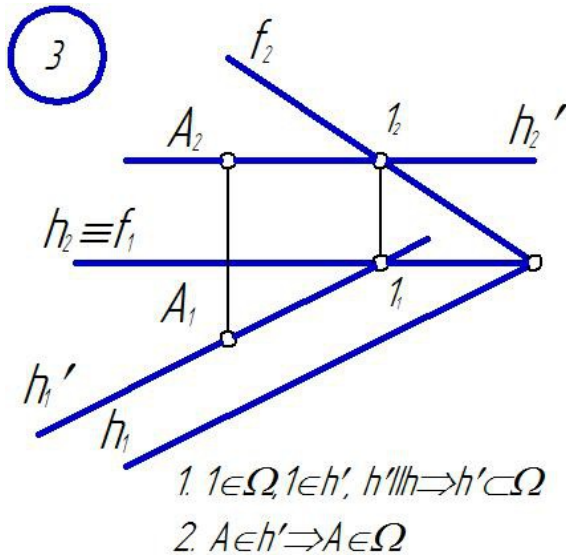
$1 \in \Sigma, 2 \in \Sigma \Rightarrow l(12) \subset \Sigma$



$1 \in \Theta, l \parallel d \Rightarrow l \subset \Theta$

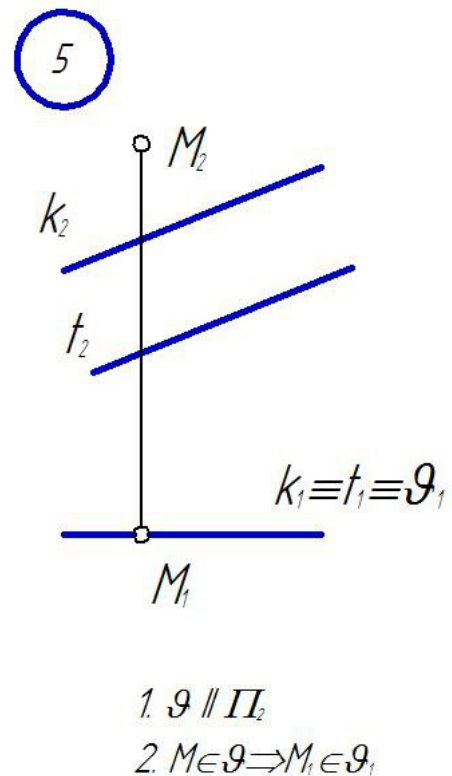
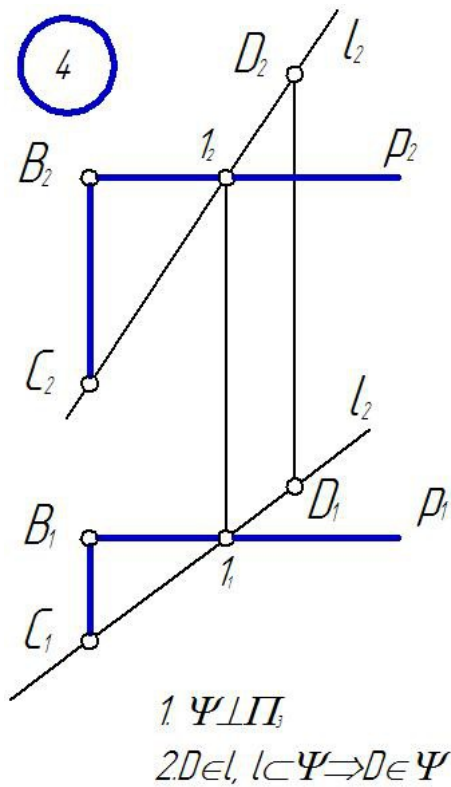
Найдите недостающую проекцию точки  $A$  с помощью горизонтали или фронтали плоскости  $\Omega$ .

Плоскость  $\Omega(h \cap f)$  – плоскость общего положения.



Плоскость  $\Psi(BC \cap p)$  – профильно-проецирующая плоскость.

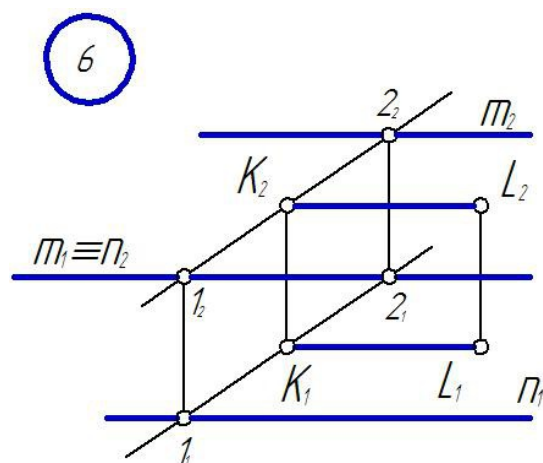
Плоскость  $\mathcal{G}(k \parallel t)$  – фронтальная плоскость уровня.



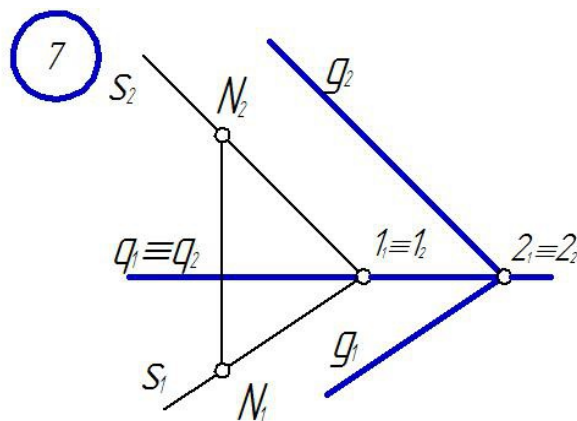
Плоскость  $\alpha(m \parallel n)$  – профильно-проецирующая.

Плоскость  $\Lambda(N, q)$  – профильно-проецирующая.





1.  $\zeta \perp \Pi_3$
2.  $1 \in \zeta, 2 \in \zeta \Rightarrow (1-2) \subset \zeta$
3.  $K \in (1-2), [KL] \parallel n \parallel m \Rightarrow [KL] \subset \zeta$



1.  $s \subset \Lambda \Leftarrow 1 \in \Lambda, N \in s$
2.  $1 \in \Lambda, 1 \in q, g \parallel s \Rightarrow g \subset \Lambda$

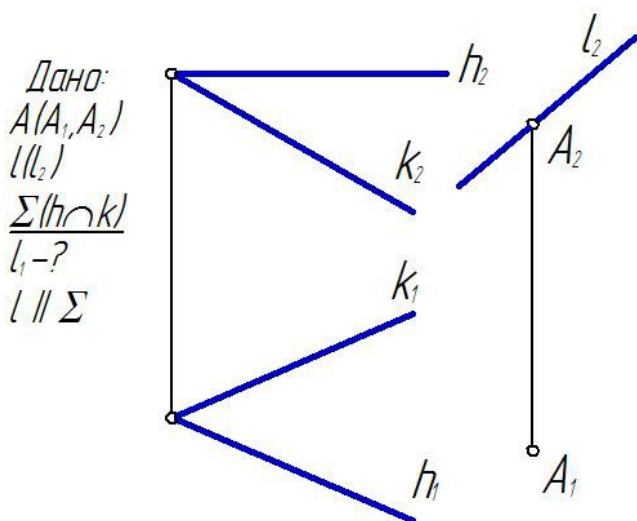
## ПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ. ПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ ПЛОСКОСТЕЙ

*Как формулируется признак параллельности прямой и плоскости, а также параллельности двух плоскостей?*

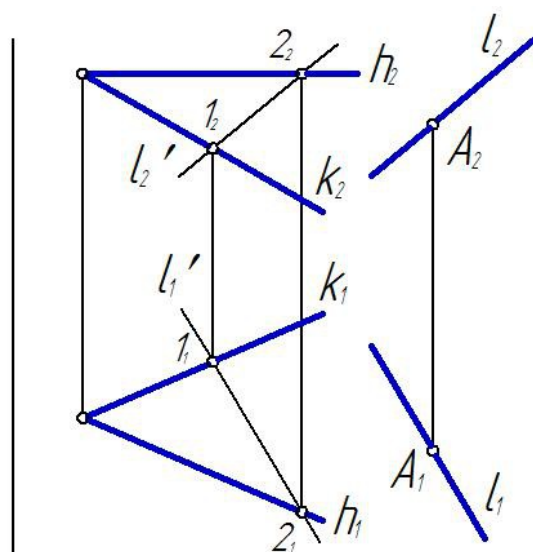
Прямая параллельна плоскости, если она параллельна прямой, лежащей в этой плоскости.

Две плоскости взаимно параллельны, если две пересекающиеся прямые одной плоскости параллельны двум пересекающимся прямым другой плоскости.

**Задача № 1.** Построить недостающую проекцию прямой  $l$ , параллельной плоскости  $\Sigma$  и проходящей через точку  $A$ .

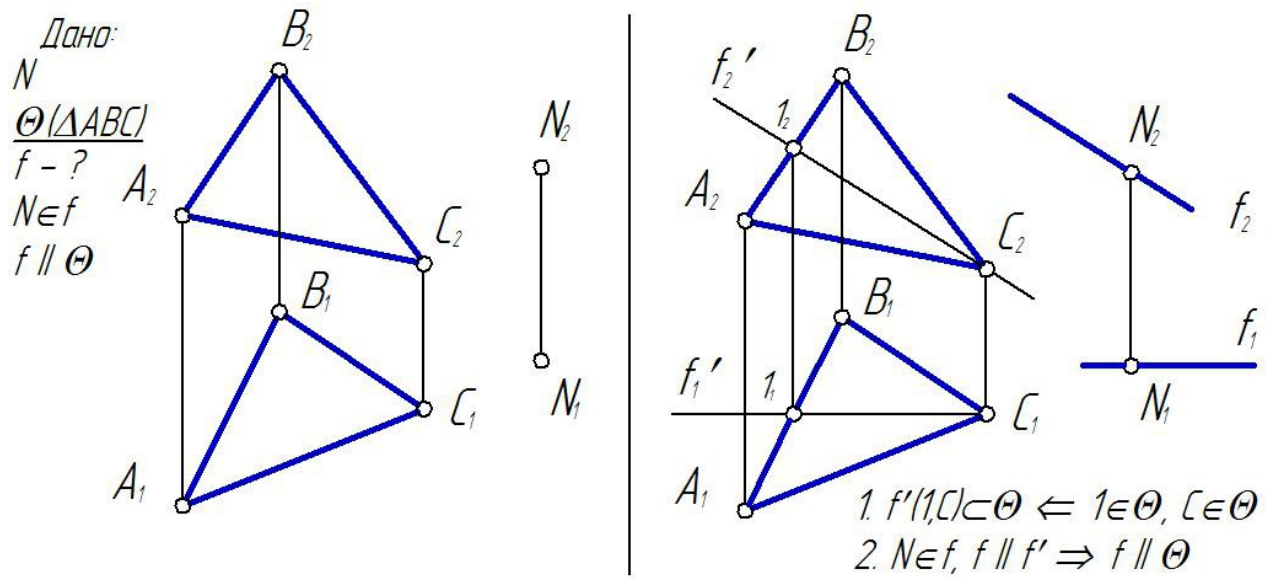


Дано:  
 $A(A_1, A_2)$   
 $l(l_1)$   
 $\Sigma(h_1 \cap k_1)$   
 $l_1 - ?$   
 $l \parallel \Sigma$

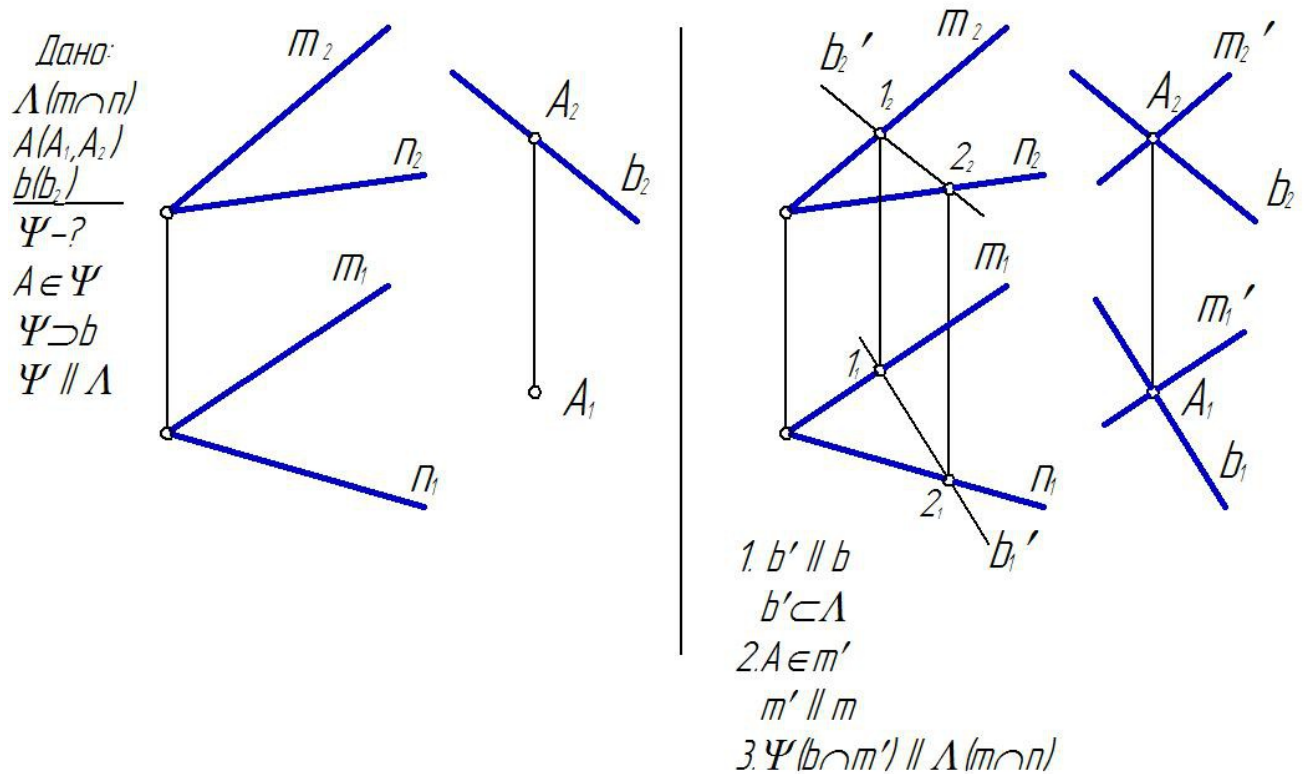


$l' \subset \Sigma \Leftarrow 1 \in \Sigma, 2 \in \Sigma$   
 $l \parallel l' \Rightarrow l \parallel \Sigma$

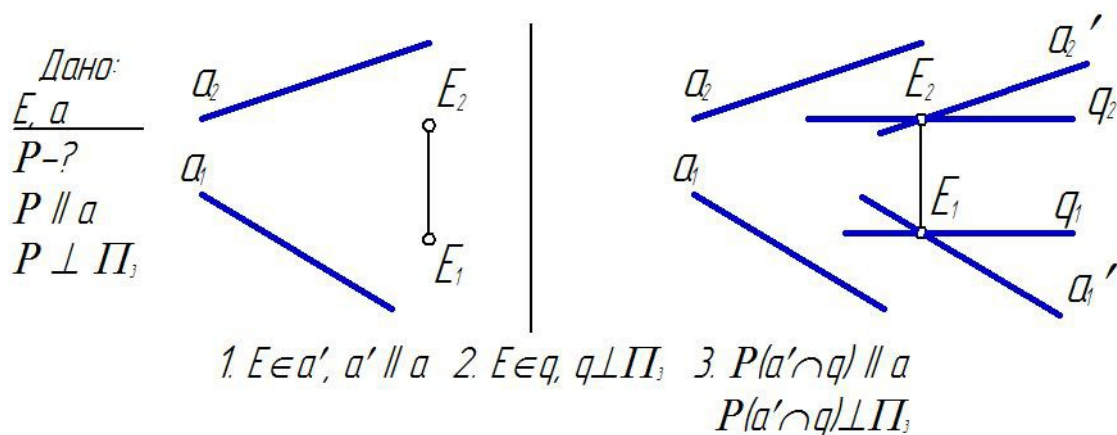
**Задача № 2.** Через точку  $N$  провести фронталь, параллельную плоскости  $\Theta$ .



**Задача № 3.** Через точку  $A$  провести плоскость, параллельную плоскости  $\lambda$  и содержащую прямую  $b$ .



**Задача № 4.** Через точку  $A$  провести профильно-проецирующую плоскость, параллельную прямой  $l$ .



## ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ

**Что является результатом пересечения двух плоскостей?**

Две плоскости пересекаются по прямой линии.

**Что необходимо определить на КЧ для построения линии пересечения плоскостей?**

На КЧ необходимо построить две точки, принадлежащие обеим плоскостям, или одну общую точку, если известно направление линии пересечения.

**В каком случае известно направление линии пересечения?**

Направление линии пересечения известно, если:

- 1) пересекающиеся плоскости содержат взаимно параллельные прямые, тогда линия пересечения проходит параллельно этим прямым;
- 2) пересекающиеся плоскости перпендикулярны третьей плоскости, тогда линия их пересечения также будет перпендикулярна этой плоскости.

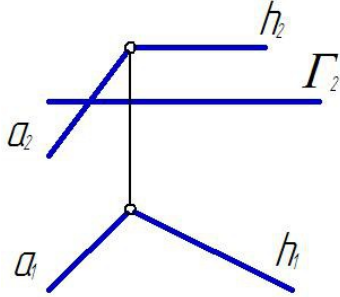
**Как можно определить общую точку для двух плоскостей?**

Общая точка определяется с помощью дополнительной плоскости частного положения, заданной следом. Находятся линии пересечения дополнительной плоскости с каждой из заданных плоскостей. Точка пересечения этих линий является общей для заданных и дополнительной плоскостей.

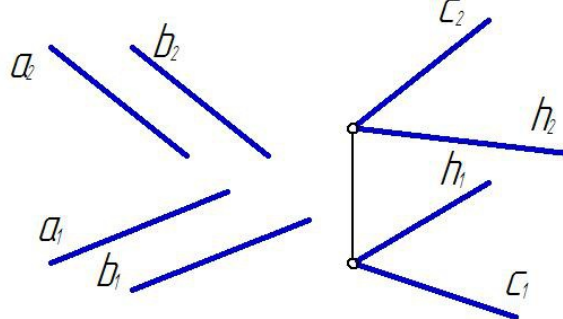


**Задача № 1. Построить линию пересечения плоскостей.**

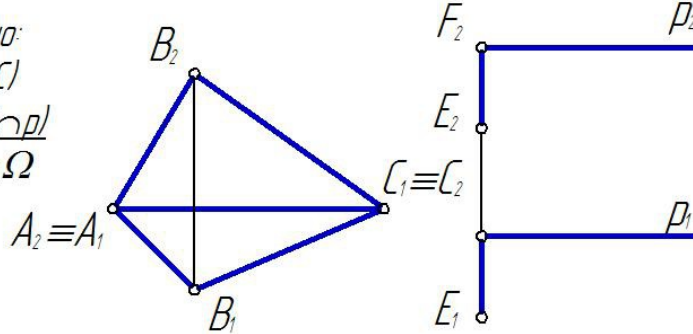
1 Дано:  
 $\Sigma(a \cap h)$   
 $\Gamma(\Gamma_2)$   
 $l = \Sigma \cap \Gamma$



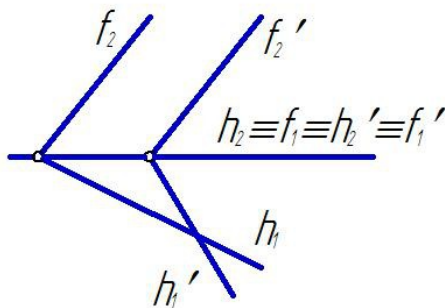
2 Дано:  
 $\Theta(a \parallel b)$   
 $\Omega(\Omega \cap h)$   
 $l = \Theta \cap \Omega$



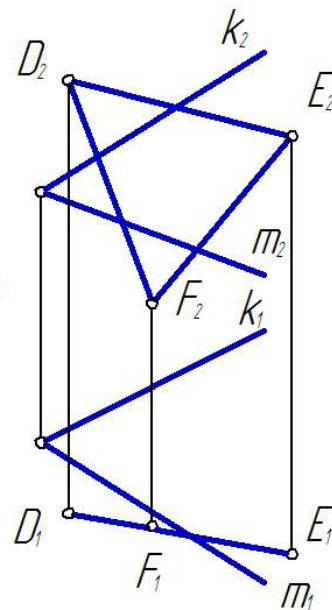
3 Дано:  
 $\Sigma(ABC)$   
 $\Omega(EF \cap p)$   
 $l = \Sigma \cap \Omega$



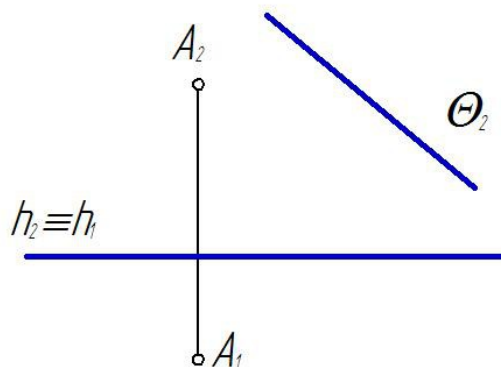
4 Дано:  
 $\Sigma(h \cap f)$   
 $\Omega(h' \cap f')$   
 $l = \Sigma \cap \Omega$



5 доп.  
 Дано:  
 $\Sigma(DEF)$   
 $\Theta(k \cap m)$   
 $l = \Sigma \cap \Theta$

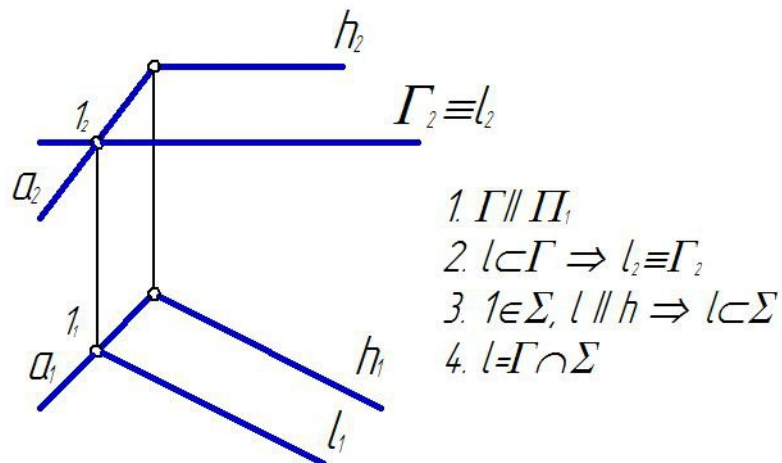


6 доп.  
 Дано:  
 $\Sigma(A, h)$   
 $\Theta(\Theta_2)$   
 $l = \Sigma \cap \Theta$



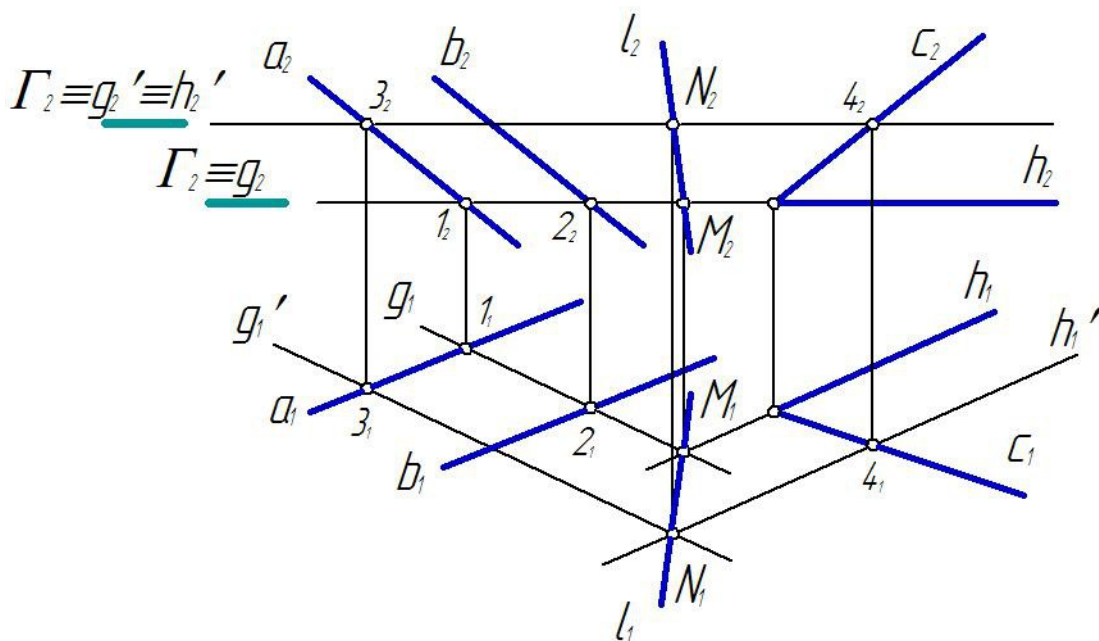
Проанализируйте графические условия задач. Какие плоскости участвуют в пересечении и как, исходя из этого, можно определить линию их пересечения?

**1 задача.** Заданы плоскость общего положения  $\Sigma$  и горизонтальная плоскость уровня  $\Gamma$ , заданная фронтальным следом. Значит, фронтальная проекция линии пересечения совпадет со следом плоскости  $\Gamma$ , а горизонтальную проекцию следует искать исходя из принадлежности линии пересечения второй плоскости  $\Sigma$ .



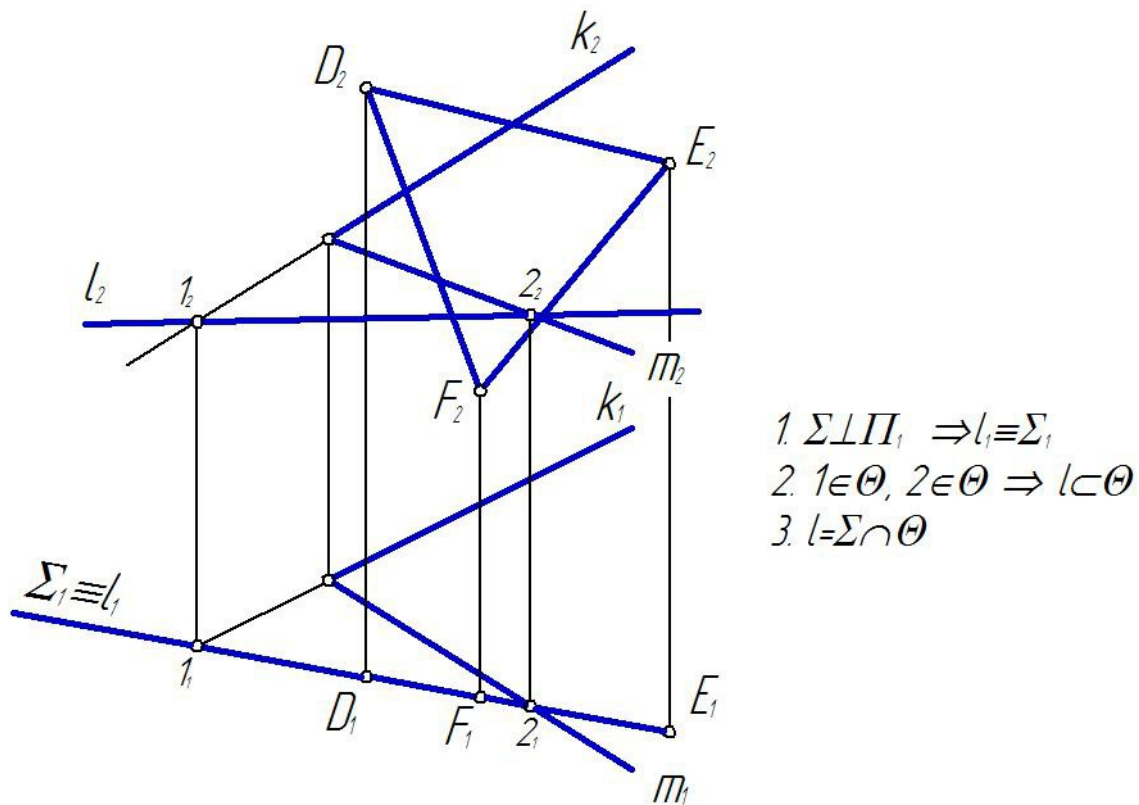
**2 задача.** Заданные плоскости являются плоскостями общего положения, поэтому для определения линии их пересечения необходимо найти две общие точки.

1.  $\Gamma_2' \parallel \Pi_1$
2.  $\Gamma \cap \Theta = g, \Gamma \cap \Omega = h$
3.  $g \cap h = M$
4.  $\Gamma'(\Gamma_2') \parallel \Pi_1$
5.  $\Gamma' \cap \Theta = g', \Gamma' \cap \Omega = h'$
6.  $g' \cap h' = N$
7.  $\Theta \cap \Omega = (N - M) = l$





**5 задача.** Решается аналогично первой.



## ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДИМОСТИ

**Как построить точку пересечения прямой с плоскостью?**

Для построения точки пересечения прямой с плоскостью необходимо:

1. Провести через прямую вспомогательную плоскость частного положения, заданную следом.
2. Определить линию пересечения вспомогательной плоскости с заданной.
3. В пересечении линии пересечения плоскостей с заданной прямой находится искомая точка.

**Что называется конкурирующими точками и как с их помощью определить видимость прямой относительно плоскости?**

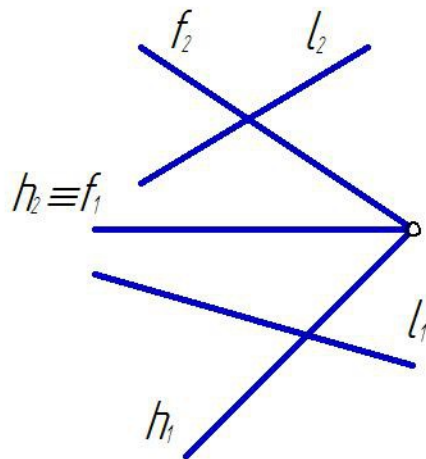
Конкурирующими в видимости по отношению к плоскости проекций называются точки, лежащие на одном проецирующем луче, но принадлежащие разным геометрическим объектам.

Видимой будет та точка, которая расположена дальше от плоскости проекций, на которой определяется видимость. Соответственно виден тот геометрический объект, которому она принадлежит.

**Задача № 1.** Определить точку пересечения прямой  $l$  с заданной плоскостью и показать видимость прямой.

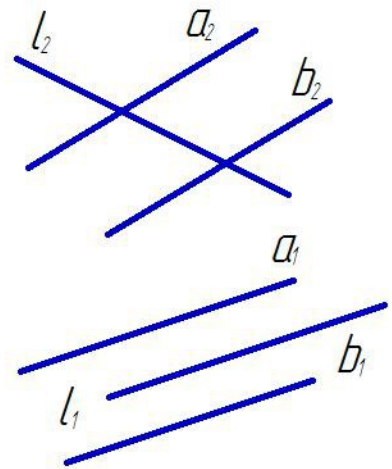
1

Дано:  
 $l$   
 $\Sigma(h \cap f)$   
 $l \cap \Sigma = K$



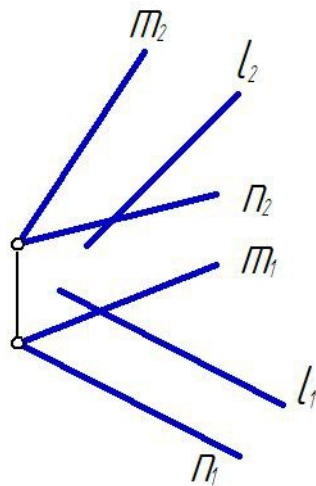
2

Дано:  
 $l$   
 $\Theta(a \cap b)$   
 $l \cap \Theta = K$



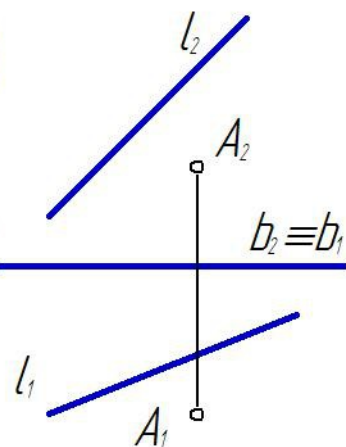
3

Дано:  
 $l$   
 $\Sigma(m \cap n)$   
 $l \cap \Sigma = K$

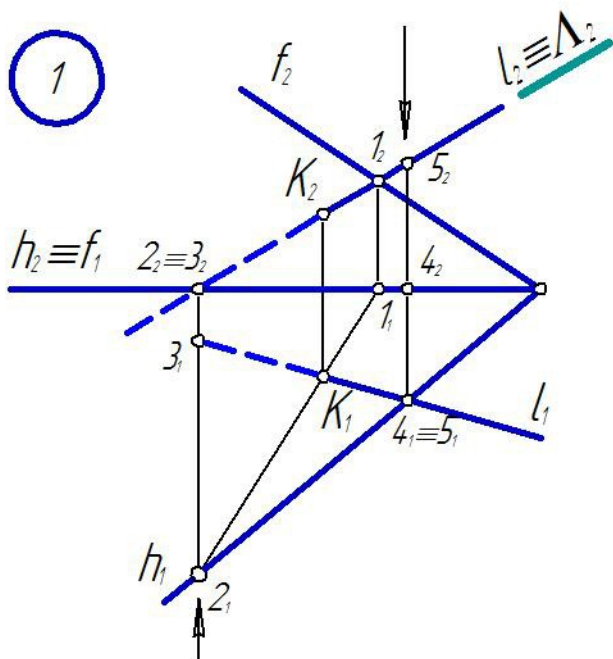


4

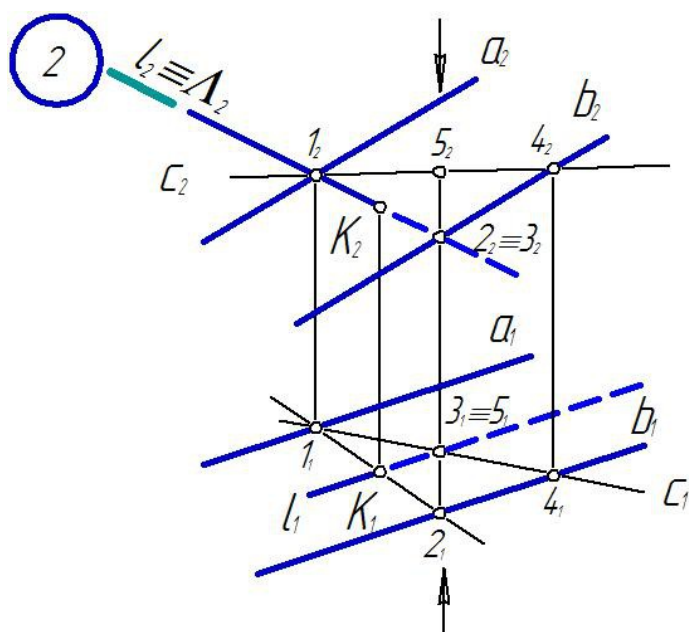
Дано:  
 $l$   
 $\Theta(A, b)$   
 $l \cap \Theta = K$



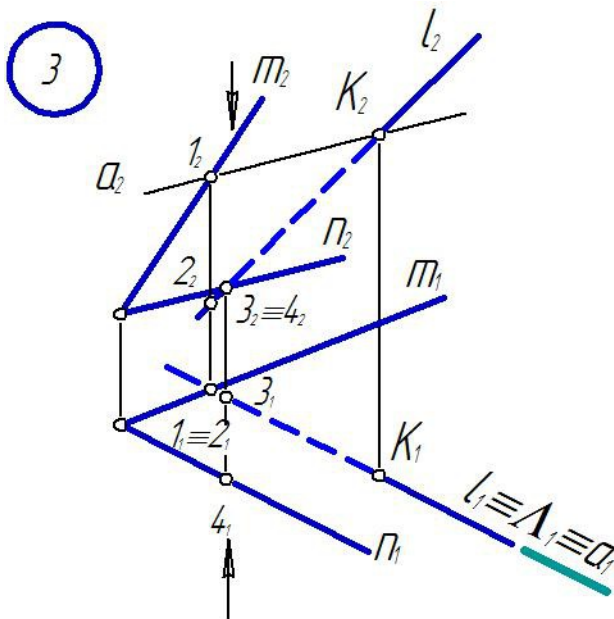




1.  $l \subset \Lambda(\Lambda_2)$   $\Lambda \perp \Pi_2$
2.  $\Lambda \cap \Sigma = (1-2)$
3.  $(1-2) \cap l = K$
4.  $K = l \cap \Sigma$
5. Видимость на  $\Pi_2$ :  
 $2, 3$  – к. т.  
 $2 \in \Sigma, 3 \in l, y_2 > y_3 \Rightarrow l$  не видна  
 Видимость на  $\Pi_1$ :  
 $4, 5$  – к. т.  
 $4 \in \Sigma, 5 \in l, z_4 < z_5 \Rightarrow l$  видна



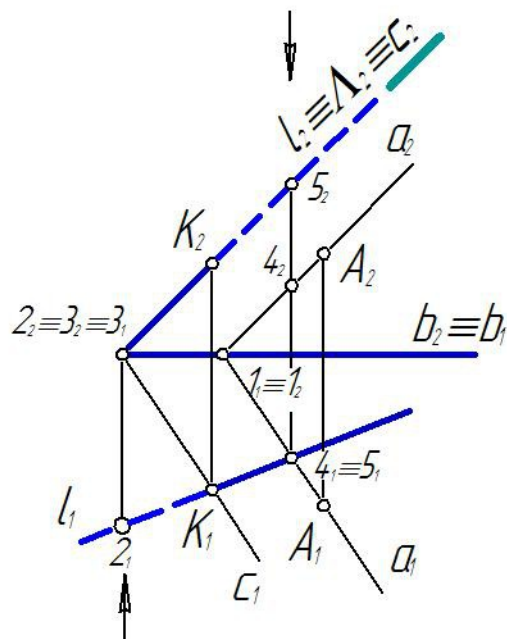
1.  $l \subset \Lambda(\Lambda_2)$   $\Lambda \perp \Pi_2$
2.  $\Lambda \cap \Theta = (1-2)$
3.  $(1-2) \cap l = K$
4.  $K = l \cap \Theta$
5. Видимость на  $\Pi_2$ :  
 $2, 3$  – к. т.  
 $2 \in \Theta, 3 \in l, y_2 > y_3 \Rightarrow l$  не видна  
 Видимость на  $\Pi_1$ :  
 $c(1,4) \subset \Sigma \Leftarrow 1 \in \Theta, 4 \in \Theta$   
 $3, 5$  – к. т.  
 $5 \in \Theta, 3 \in l, z_3 < z_5 \Rightarrow l$  не видна



1.  $l \subset \Lambda(\Lambda_1), \Lambda \perp \Pi_1$
2.  $\Lambda \cap \Sigma = a$
3.  $a \cap l = K, K = l \cap \Sigma$
4. Видимость на  $\Pi_1$ :  
 $1, 2$  – к. т.  
 $1 \in \Sigma, 2 \in l, z_1 > z_2 \Rightarrow l$  не видна
- Видимость на  $\Pi_2$ :  
 $3, 4$  – к. т.  
 $4 \in \Sigma, 3 \in l, y_4 > y_3 \Rightarrow l$  не видна

4

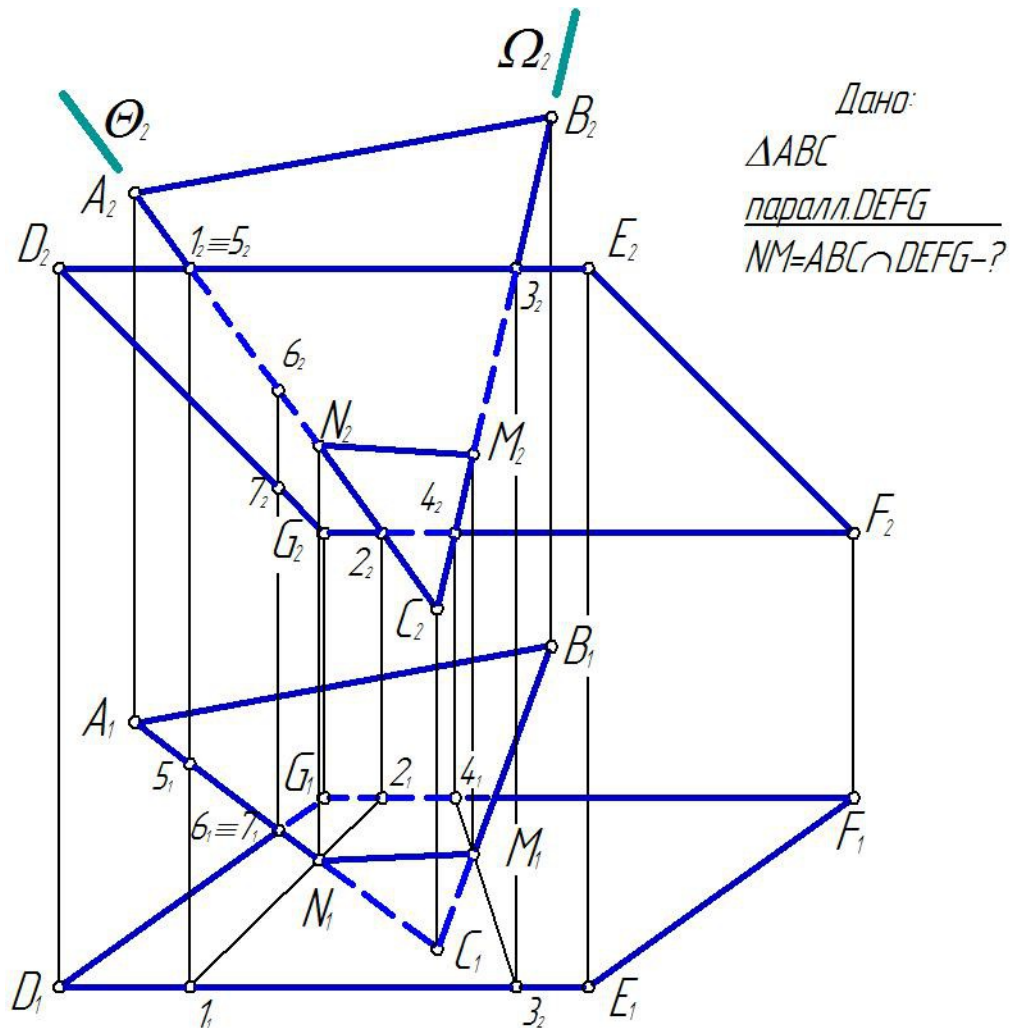
1.  $a \subset \Theta$
2.  $l \subset \Lambda(\Lambda_2), \Lambda \perp \Pi_2$
3.  $\Lambda \cap \Theta = c$
4.  $c \cap l = K, K = l \cap \Theta$
5. Видимость на  $\Pi_2$ :  
 $2, 3$  – к. т.  
 $3 \in \Theta, 2 \in l, y_2 > y_3 \Rightarrow l$  видна
- Видимость на  $\Pi_1$ :  
 $4, 5$  – к. т.  
 $4 \in \Theta, 5 \in l, z_4 < z_5 \Rightarrow l$  видна



Пересечение двух плоскостей, заданных плоскими фигурами, можно определить с помощью дополнительных плоскостей, определяя две точки линии их пересечения (задача на пересечение плоскостей).

Если же считать плоские фигуры ограниченными, то линии их пересечения строятся, определяя точки встречи сторон одной фигуры с плоскостью другой (задача на пересечение прямой с плоскостью).

**Задача № 2.** Построить линию пересечения двух плоских фигур. Показать видимость.



Дано:  
 $\triangle ABC$   
паралл. DEFG  
 $NM = ABC \cap DEFG - ?$

1.  $\Theta(\Theta_2) \supset AC$ ,  $\Theta \cap DEFG = 1-2$ ,  $1-2 \cap AC = N$
2.  $\Omega(\Omega_2) \supset BC$ ,  $\Omega \cap DEFG = 3-4$ ,  $3-4 \cap BC = M$
3.  $NM = ABC \cap DEFG$
4. Видимость на  $\Pi_2$ .  
 $1, 5$  – к.т.,  $1 \in DEFG$ ,  $5 \in ABC$ .  
 $y_1 > y_5 \Rightarrow$  *виден DEFG*
- Видимость на  $\Pi_1$ .  
 $6, 7$  – к.т.,  $6 \in ABC$ ,  $7 \in DEFG$ .  
 $z_6 > z_7 \Rightarrow$  *виден ABC*.

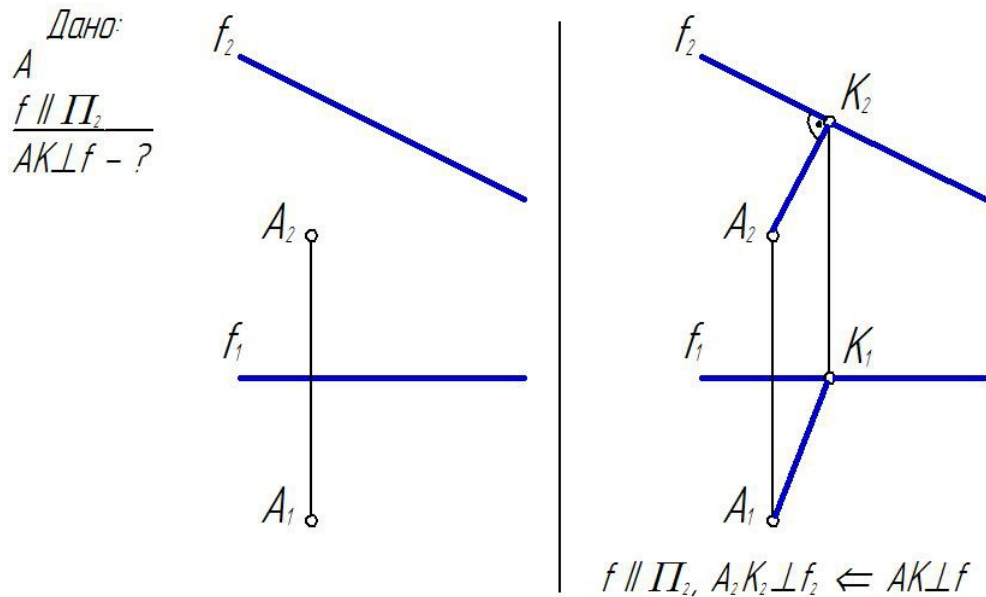


## ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

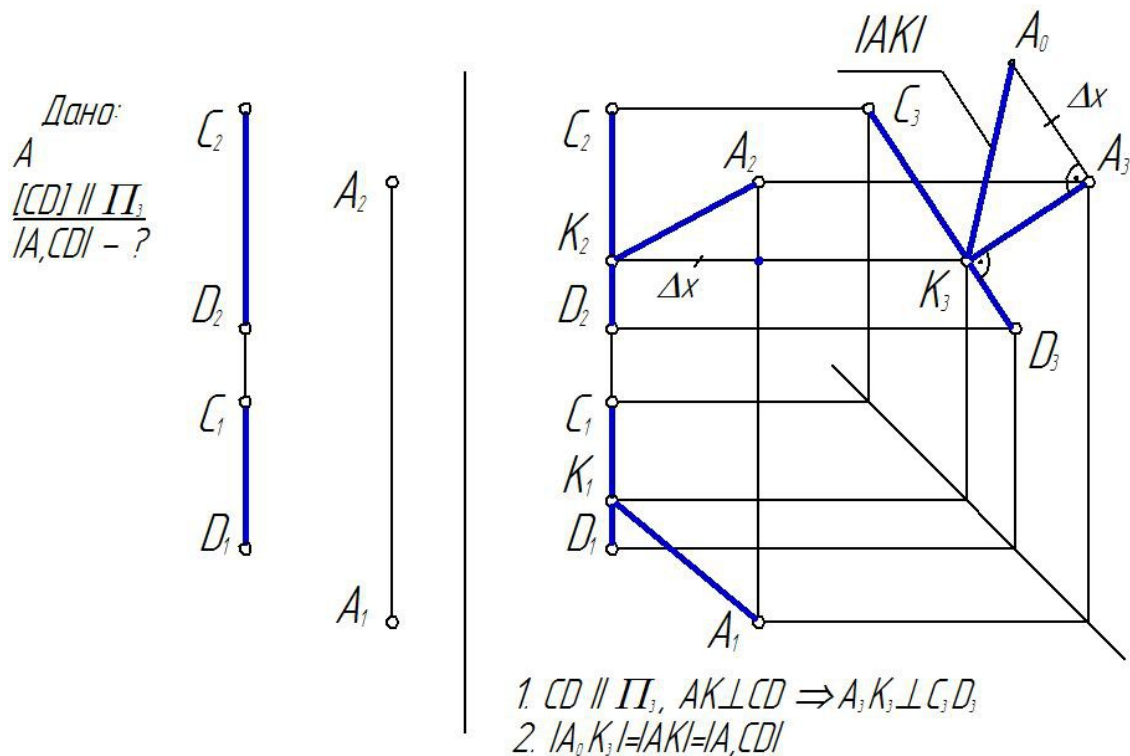
*В каком случае прямой угол на плоскость проекций проецируется без искажения?*

Прямой угол проецируется на плоскость проекций без искажения, если хотя бы одна из его сторон параллельна этой плоскости проекций.

**Задача № 1.** Опустить перпендикуляр из точки  $A$  на фронталь.



**Задача № 2.** Определить расстояние от точки  $A$  до отрезка  $CD$ .



***Сформулируйте признак перпендикулярности прямой и плоскости с точки зрения элементарной геометрии.***

Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым, лежащим в этой плоскости.

***Если прямая заведомо перпендикулярна плоскости, сколько можно провести прямых, лежащих в плоскости, перпендикулярных этой прямой?***

Прямых, перпендикулярных заданной прямой, существует бесчисленное множество, т.к. любая прямая, лежащая в перпендикулярной ей плоскости, перпендикулярна самой прямой.

***Какие две пересекающиеся прямые в плоскости необходимо выбрать из множества прямых, лежащих в перпендикулярной плоскости, чтобы прямой угол между ними и заданной прямой спроецировался на плоскости проекций без искажения?***

Эти прямые должны принадлежать плоскости и на основании теоремы о проецировании прямого угла быть параллельными одной из плоскостей проекций, т.е. должны быть прямыми уровня плоскости.

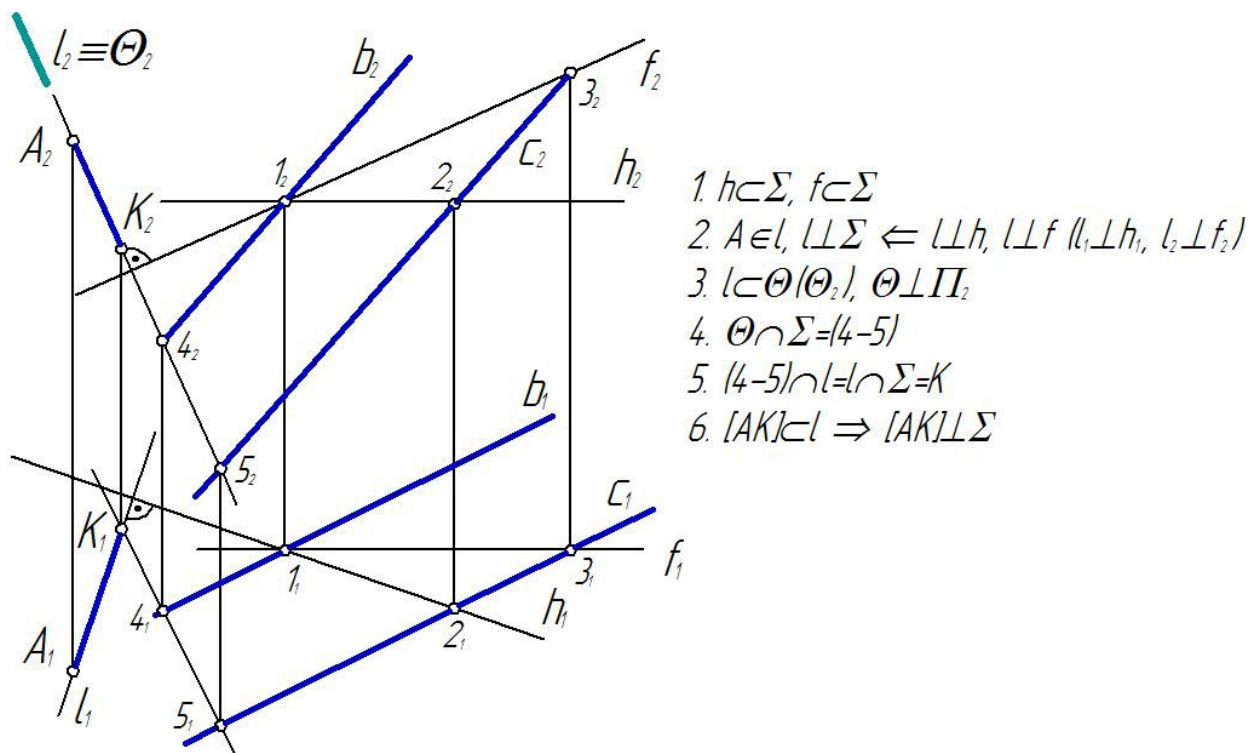
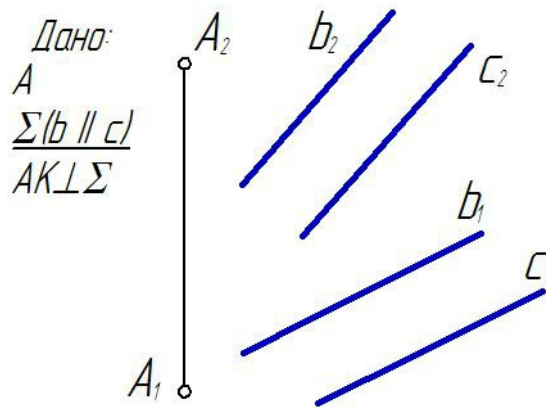
***Исходя из вышесказанного, сформулируйте признак перпендикулярности прямой и плоскости с точки зрения начертательной геометрии.***

Прямая перпендикулярна плоскости, если она одновременно перпендикулярна любой фронтالي и горизонтали этой плоскости.

***Как построить перпендикуляр к плоскости общего положения на КЧ?***

На КЧ горизонтальная проекция такой прямой перпендикулярна горизонтальной проекции горизонтали, а фронтальная проекция перпендикулярна фронтальной проекции фронтالي.

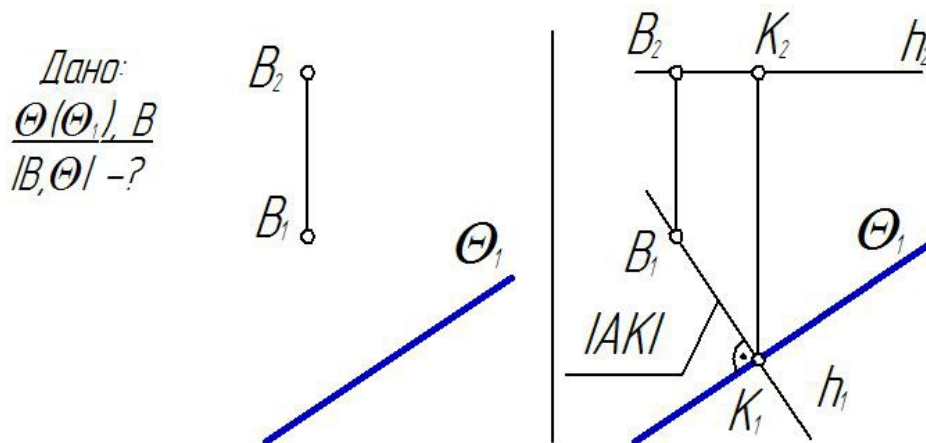
**Задача № 3.** Из точки  $A$  опустить перпендикуляр на плоскость  $\Sigma$  и найти его основание.



**Как на КЧ построить прямую, перпендикулярную проецирующей плоскости?**

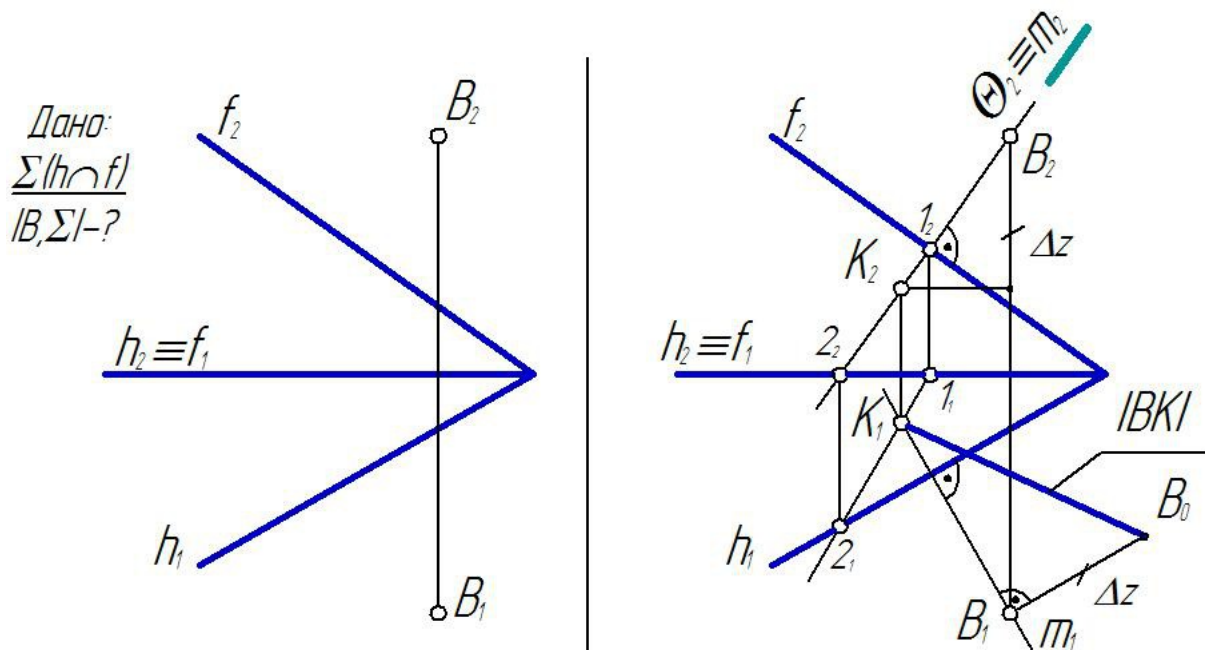
Эта прямая будет являться линией уровня, параллельной той плоскости проекций, которой перпендикулярна заданная плоскость. На КЧ перпендикулярными будут след плоскости и соответствующая проекция прямой.

**Задача №4.** Определить расстояние от точки  $B$  до плоскости  $\beta$ .



1.  $\Theta(\Theta_1) \perp \Pi_1, B \in h \perp \Theta \Rightarrow h \parallel \Pi_1$
2.  $K = h \cap \Theta$
3.  $|B, K_1| = |B, \Theta|$

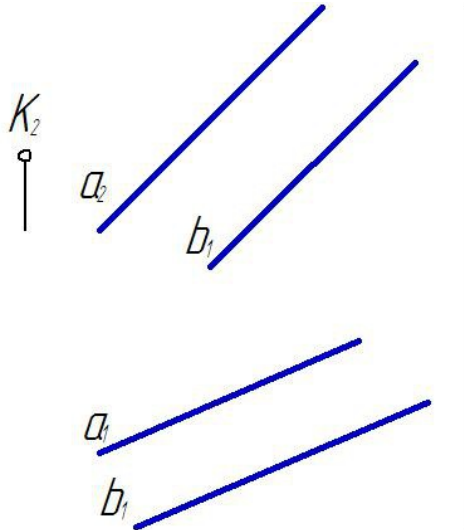
**Задача № 5.** Определить расстояние от точки  $B$  до плоскости  $\beta$ .



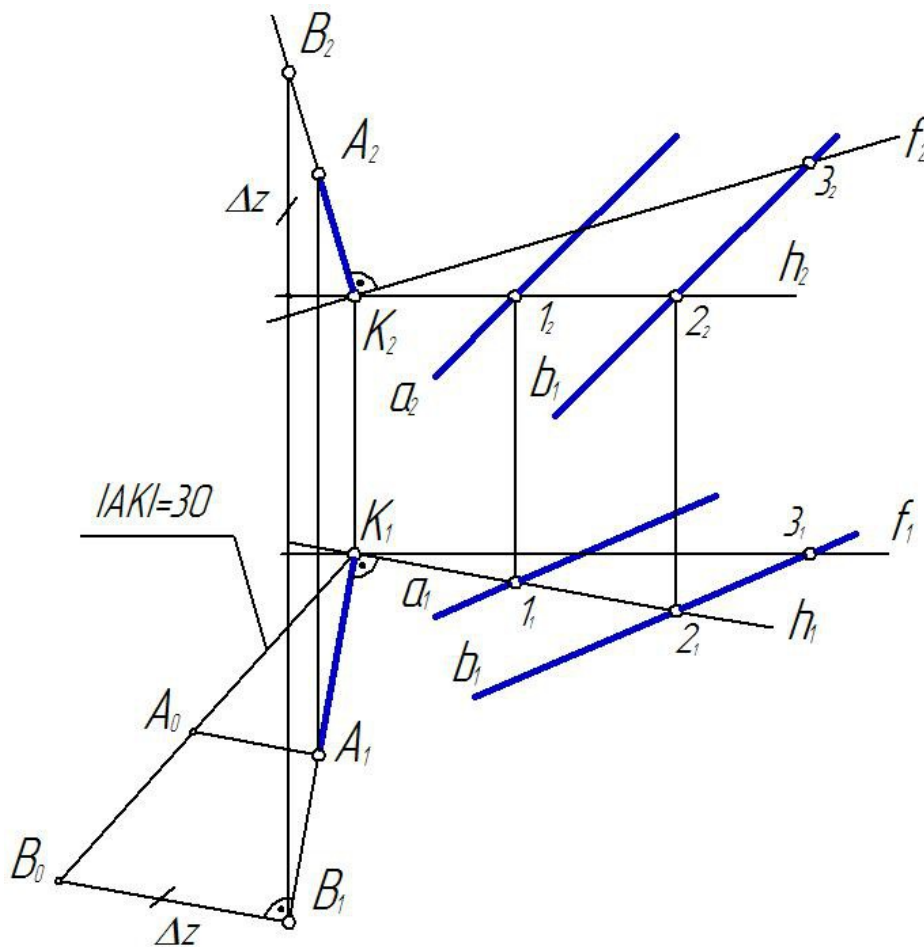
1.  $B \in m, m \perp \Sigma \Rightarrow m \perp h, m \perp f (m_1 \perp h_1, m_2 \perp f_2)$
2.  $m \subset \Theta(\Theta_2) \perp \Pi_2$   
 $\Theta \cap \Sigma = (1-2)$   
 $(1-2) \cap m = m \cap \Sigma = K$
3.  $[BK] \subset m \perp \Sigma, |B, K_1| = |BK| = |B, \Sigma|$

**Задача № 6.** В точке  $K$  восстановить перпендикуляр к плоскости  $\Sigma$  длиной 30 мм.

Дано:  
 $\Sigma(a \parallel b)$   
 $K \in \Sigma$   
 $AK \perp \Sigma$   
 $|AK| = 30 \text{ мм}$



1.  $K \in h, h \subset \Sigma$
2.  $K \in f, f \subset \Sigma$
3.  $l \perp \Sigma \Leftarrow l \perp h, l \perp f$  ( $l_1 \perp h_1, l_2 \perp f_2$ )
4.  $B$  – произвольная точка  
 $B \in l$
5.  $|B_0 K_1| = |B K_1| \rightarrow |AK| = 30 \text{ мм}$
6.  $[AK] \perp \Sigma$



Две перпендикулярные друг другу прямые в пространстве могут занимать произвольное положение по отношению друг к другу. **Как при этом спроецируется прямой угол на плоскости проекций?**

В зависимости от расположения лучей прямого угла он может спроецироваться в тупой или острый.

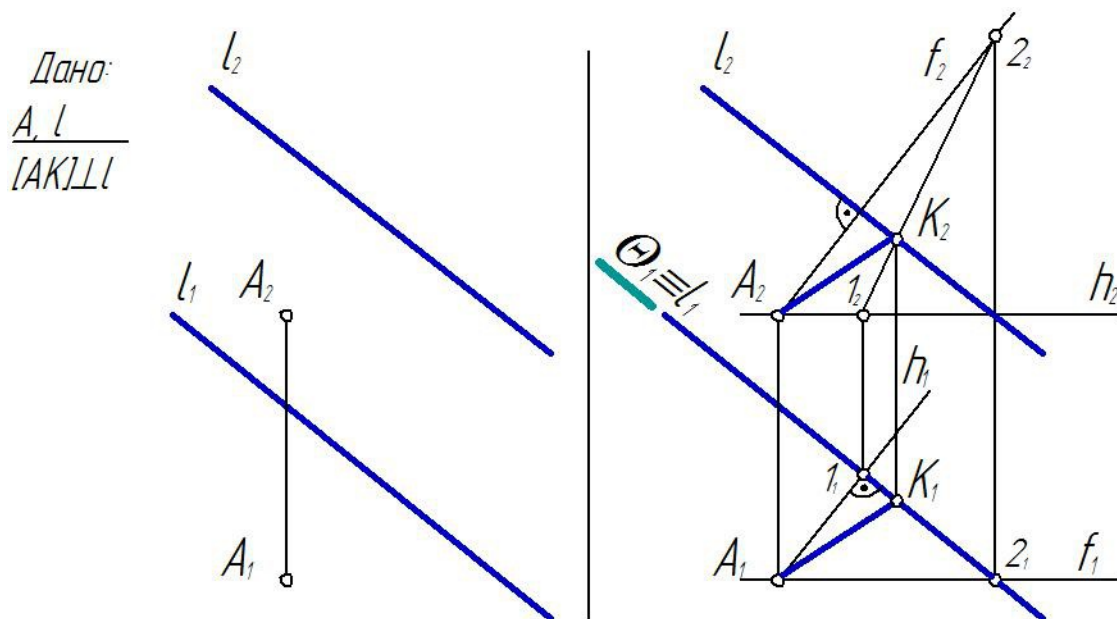
**Как на КЧ доказать, что прямые перпендикулярны?**

Для того чтобы доказать перпендикулярность двух пересекающихся прямых, нужно в точке пересечения построить плоскость, перпендикулярную к одной из прямых, и показать принадлежность другой прямой этой плоскости.

**Сформулируйте признак перпендикулярности двух пересекающихся или скрещивающихся прямых общего положения.**

Прямые взаимноперпендикулярны, если через одну из них можно провести плоскость, перпендикулярную другой прямой.

**Задача №7.** Из точки  $A$  опустить перпендикуляр на прямую  $l$ .



1.  $A \in \Sigma, \Sigma(f \cap h) \perp l \Leftrightarrow (f \perp l, h \perp l)$
2.  $l \subset \Theta(\Theta_1), \Theta \perp \Pi_1$
3.  $\Theta \cap \Sigma = (1-2)$
4.  $(1-2) \cap l = K, K = l \cap \Sigma$
5.  $AK \perp l \Leftrightarrow (AK \subset \Sigma, \Sigma \perp l)$

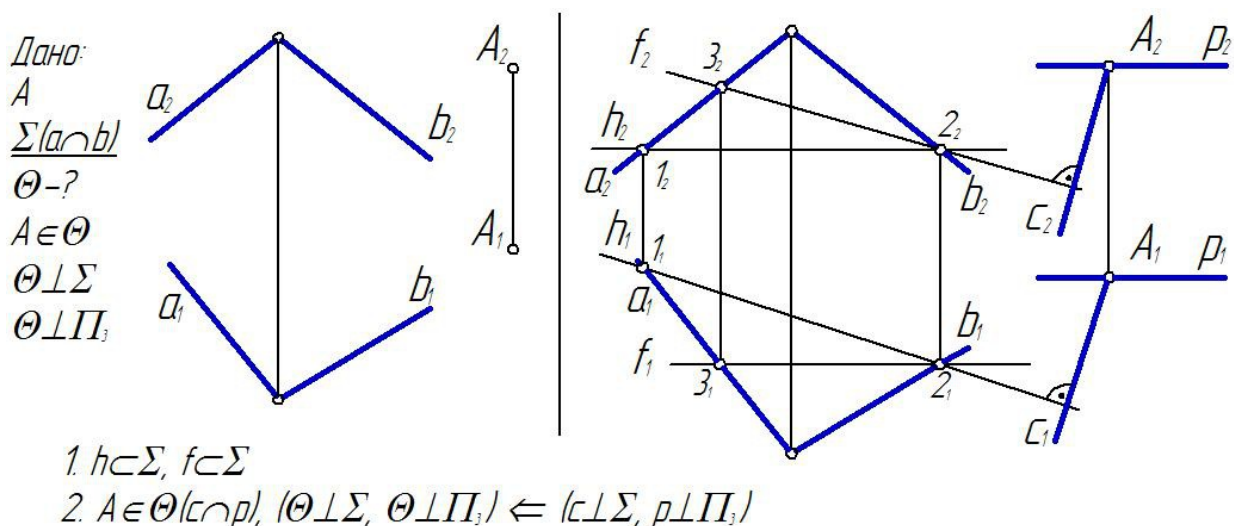




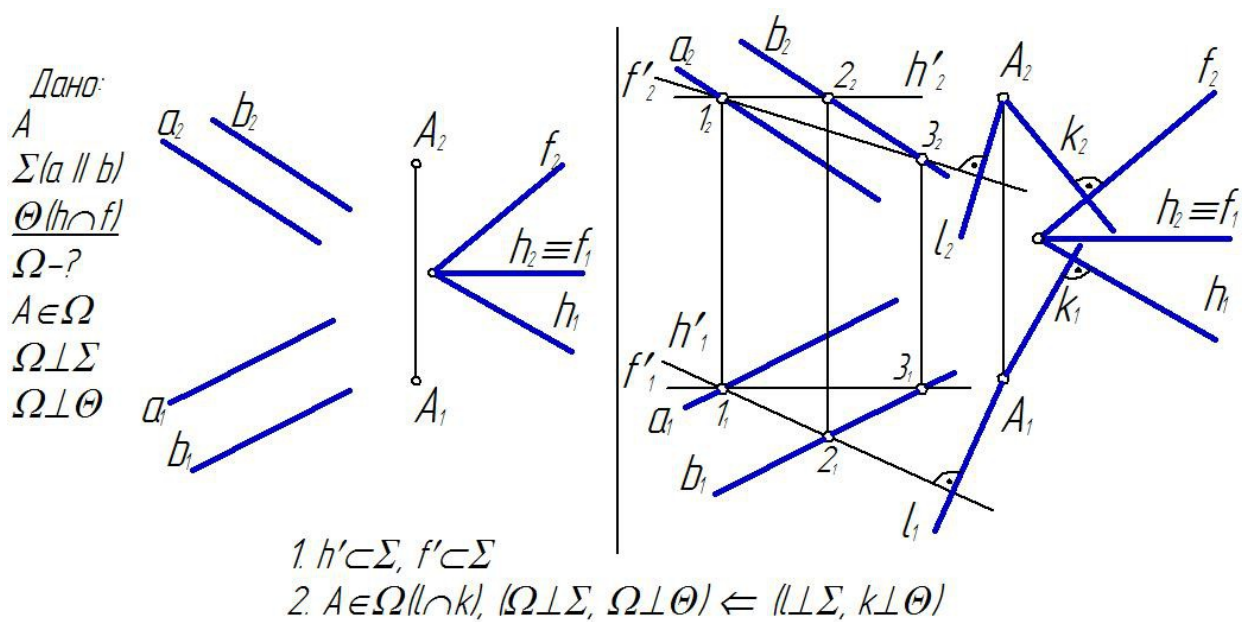
**Сформулируйте признак перпендикулярности плоскостей.**

Две плоскости перпендикулярны между собой, если одна из них содержит перпендикуляр к другой.

**Задача № 10.** Через точку  $A$  провести плоскость, перпендикулярную заданной плоскости  $\Sigma$  и профильной плоскости проекций.



**Задача № 11.** Через точку  $B$  провести плоскость, перпендикулярную двум плоскостям общего положения.





## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КЧ МЕТОДОМ ЗАМЕНА ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ

*Для чего необходимо преобразовывать КЧ?*

КЧ преобразовывают для упрощения решения метрических и некоторых позиционных задач, когда заданному геометрическому объекту, расположенному произвольно по отношению к плоскостям проекций, необходимо придать частное положение.

*Какие основные задачи можно решить с помощью преобразования КЧ?*

1. Преобразовать прямую общего положения в прямую уровня.
2. Преобразовать прямую уровня в проецирующую прямую.
3. Преобразовать плоскость общего положения в проецирующую.
4. Преобразовать проецирующую плоскость в плоскость уровня.

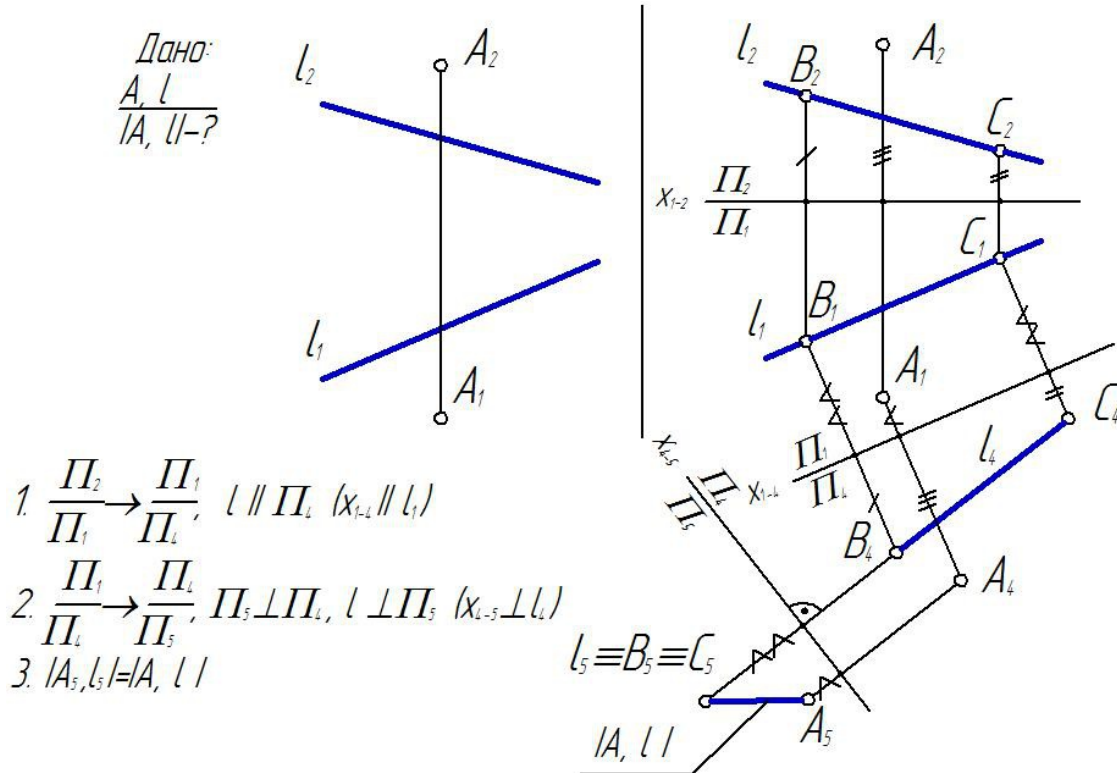
*В чем заключается способ замены плоскостей проекций?*

Последовательно вводятся дополнительные плоскости проекций, относительно которых, геометрический объект, не изменяя своего положения в пространстве, займет какое-либо частное положение.

*Какое условие при замене плоскостей проекций должно остаться неизменным?*

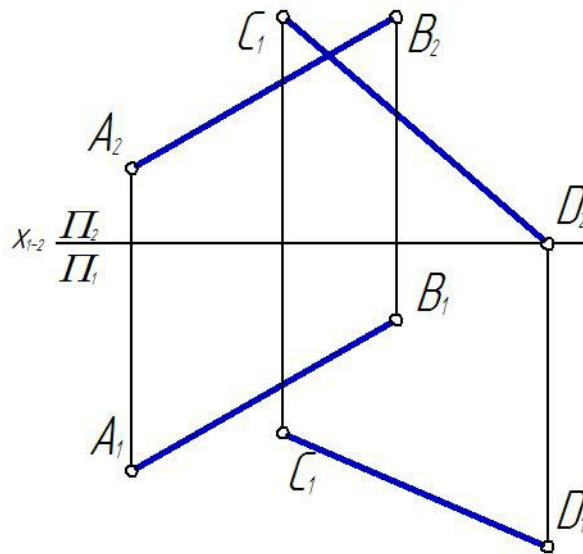
Расстояние от точки до оставшейся «старой» плоскости проекций в новой системе плоскостей проекций не изменяется. При этом на КЧ расстояние от проекции точки до новой оси равно расстоянию от заменяемой проекции до заменяемой оси проекций.

**Задача № 1.** Определить расстояние от точки  $A$  до прямой  $l$ .

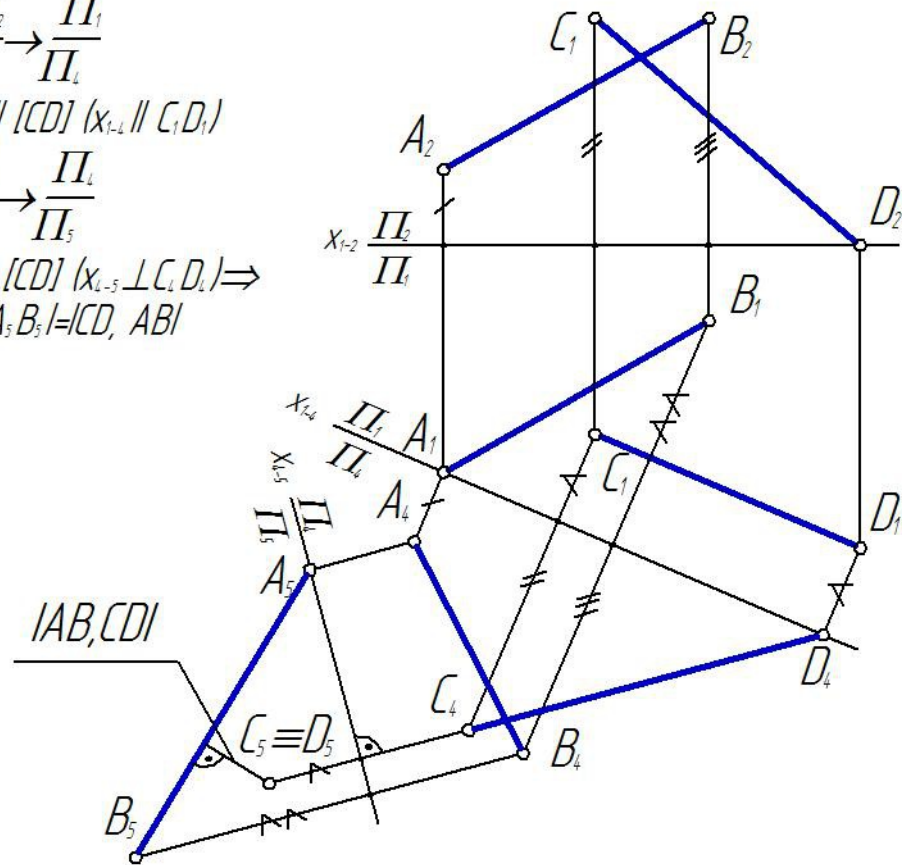


**Задача № 2.** Определить расстояние между двумя скрещивающимися прямыми.

Дано:  
 $\frac{[AB] \div [CD]}{|AB, CD| - ?}$



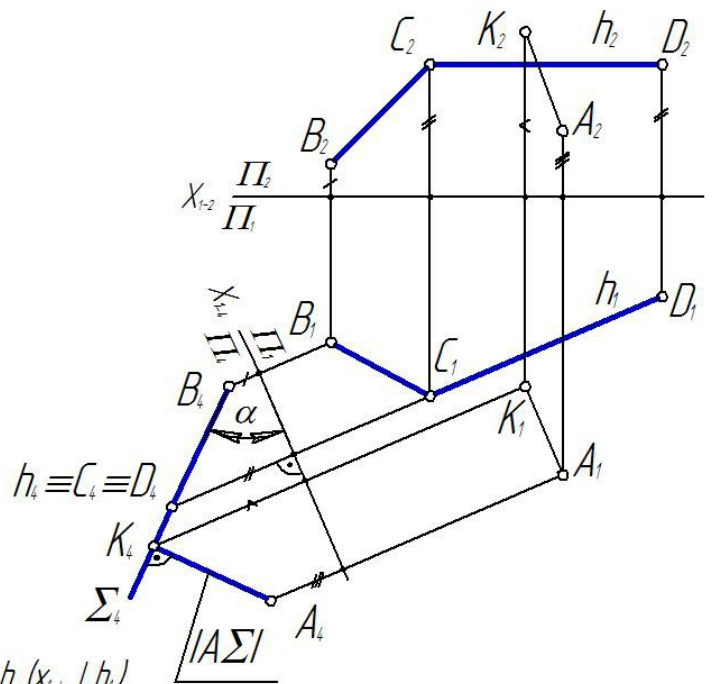
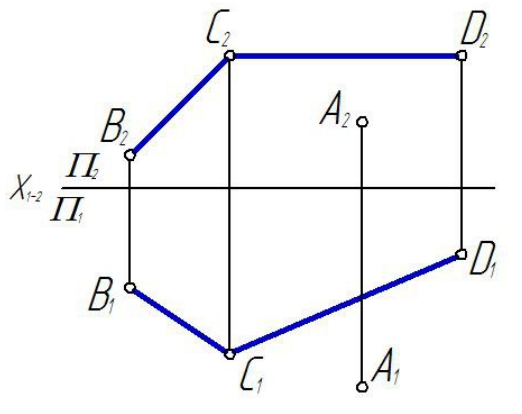
1.  $\frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow \frac{\Pi_1}{\Pi_4}$   
 $\Pi_4 \parallel [CD] (x_{1-4} \parallel C_1 D_1)$
2.  $\frac{\Pi_1}{\Pi_4} \rightarrow \frac{\Pi_4}{\Pi_5}$   
 $\Pi_5 \perp [CD] (x_{4-5} \perp C_4 D_4) \Rightarrow$   
 $|C_5 D_5, A_5 B_5| = |CD, AB|$



**Задача № 3.** Опустить перпендикуляр из точки  $A$  на плоскость  $\Sigma$ . Определить угол наклона плоскости  $\Sigma$  к горизонтальной плоскости проекций.

Дано:

- $A$   
 $\Sigma (BC \cap CD)$   
 1.  $|A, \Sigma|$  - ?  
 2.  $\alpha = \Sigma \wedge \Pi_1$  - ?



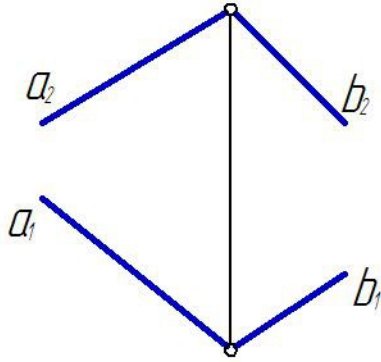
1.  $[CD] \subset h$  2.  $\frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow \frac{\Pi_1}{\Pi_4}$ ;  $\Pi_4 \perp \Sigma \Rightarrow \Pi_4 \perp h (x_{1-4} \perp h_1)$
3.  $[AK] \perp \Sigma (A_1 K_1 \perp \Sigma_1)$ ,  $|A_1 K_1| = |AK| = |A, \Sigma|$  4.  $\alpha = \Sigma_1 \wedge x_{1-4} = \Sigma \wedge \Pi_1$

**Задача № 4.** Определить величину угла между пересекающимися прямыми.

Дано:

$a \cap b$

$|a \wedge b| - ?$

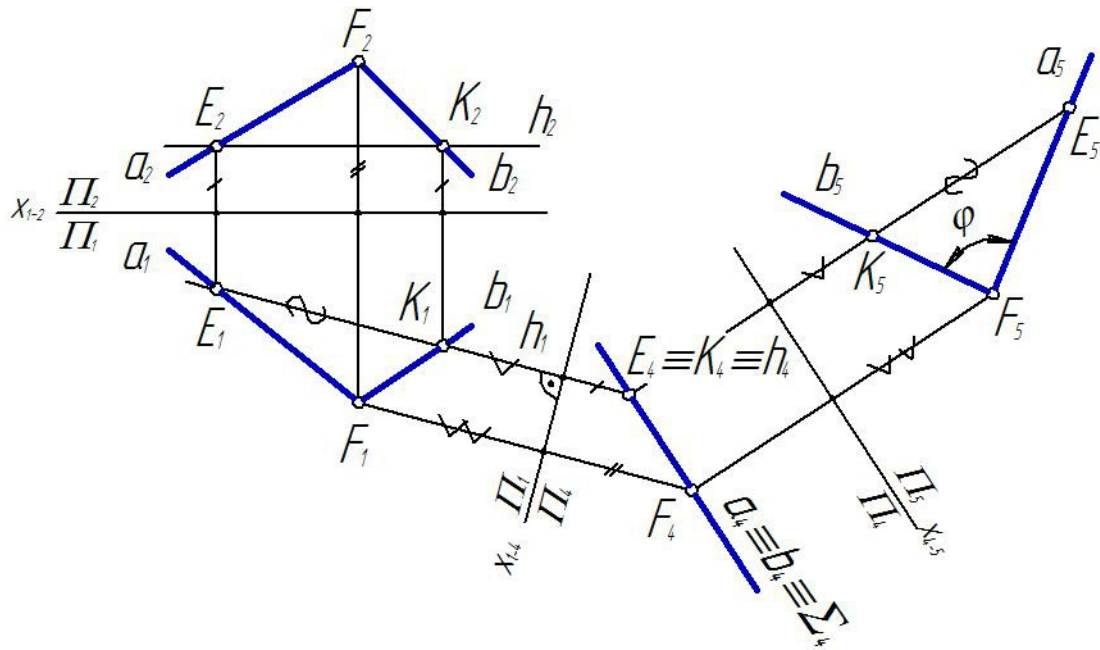


$$1. h \subset \Sigma(a \cap b)$$

$$2. \frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow \frac{\Pi_2}{\Pi_4}, \Sigma \perp \Pi_4 \Rightarrow \Pi_4 \perp h \ (x_{1-4} \perp h_1)$$

$$3. \frac{\Pi_1}{\Pi_4} \rightarrow \frac{\Pi_1}{\Pi_5}, \Pi_5 \parallel \Sigma \ (x_{4-5} \parallel \Sigma_4) \Rightarrow$$

$$\varphi = |a_5 \wedge b_5| = |a \wedge b|$$

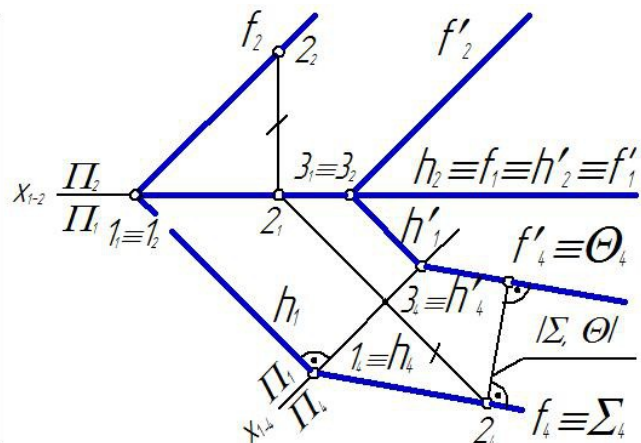
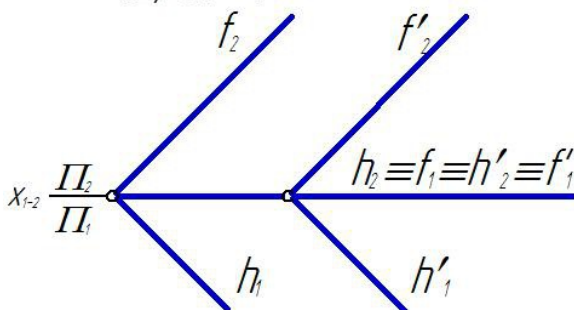


**Задача № 5.** Определить расстояние между параллельными плоскостями.

Дано:

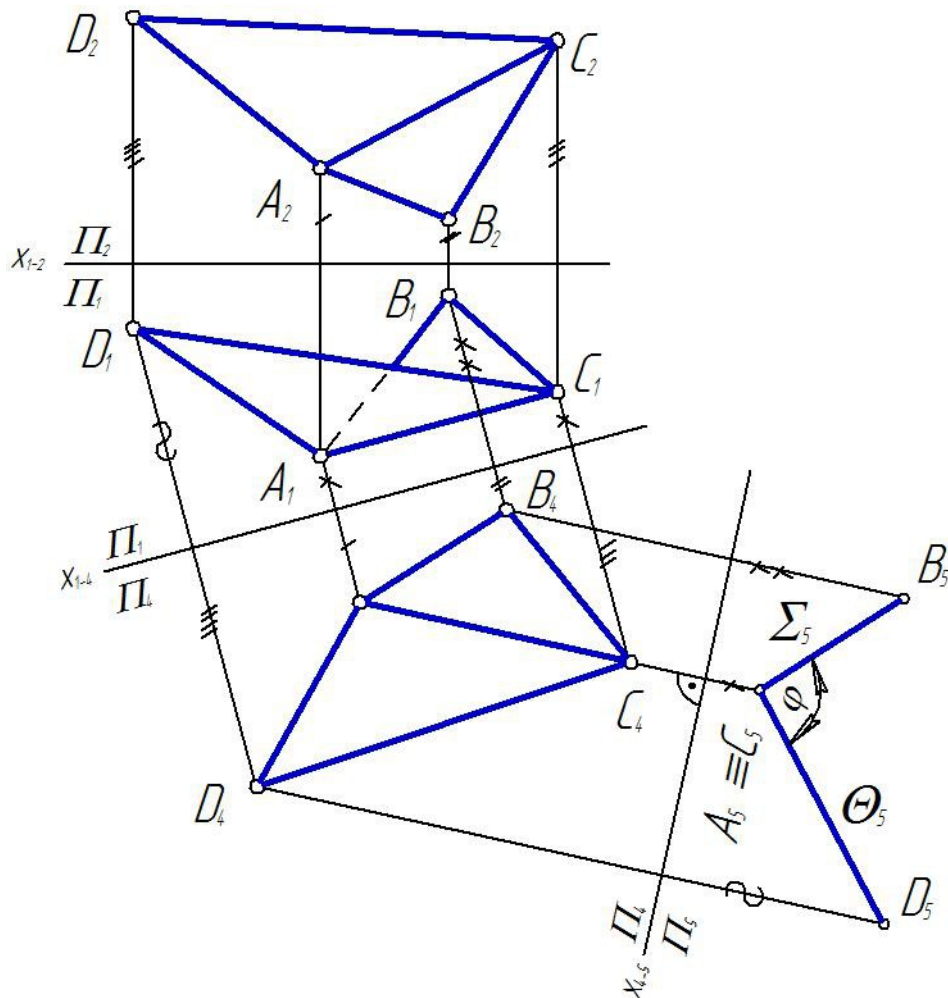
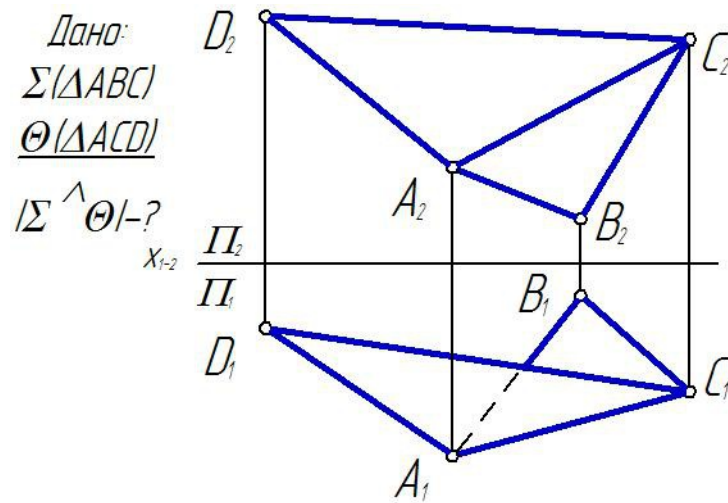
$\Sigma(h \cap f) \parallel \Theta(h' \cap f')$

$|\Sigma, \Theta| - ?$



$$1. \frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow \frac{\Pi_2}{\Pi_4}, \Pi_4 \perp \Sigma, \Theta \Rightarrow \Pi_4 \perp h, h' \ (x_{1-4} \perp h_1, h'_1) \quad 2. |\Sigma_4, \Theta_4| = |\Sigma, \Theta|$$

**Задача № 6.** Определить величину двугранного угла.



1.  $\frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow \frac{\Pi_4}{\Pi_5}; \Pi_4 \parallel AC (x_{1-4} \parallel A_1 C_1)$
2.  $\frac{\Pi_1}{\Pi_4} \rightarrow \frac{\Pi_5}{\Pi_5}; \Pi_5 \perp AC (x_{4-5} \perp A_4 C_4)$
3.  $\varphi = |\Sigma_5, \Theta_5| = |\Sigma, \Theta|$

## ПОВЕРХНОСТИ. ТОЧКА НА ПОВЕРХНОСТИ

### ***Что называется поверхностью?***

Поверхностью называется совокупность последовательных положений линий, движущихся в пространстве по определенному закону. Эти линии называются образующими.

### ***Какая линия поверхности называется направляющей?***

Направляющей называется линия, по которой движется образующая.

### ***Какую поверхность называют гранной?***

Гранной называют поверхность, образованную движением прямолинейной образующей по направляющей – ломаной линии. Если при этом образующая перемещается параллельно какому-либо направлению, получается призматическая поверхность, а если образующая все время проходит через одну точку – пирамидальная.

### ***Какие поверхности называются поверхностями вращения?***

Поверхностями вращения называются поверхности, образованные движением прямолинейной или криволинейной образующей вокруг оси.

### ***Когда поверхность считается заданной?***

Поверхность считается заданной, если относительно любой точки пространства можно однозначно решить вопрос о ее принадлежности поверхности.

### ***Какие способы задания поверхности Вы знаете?***

Поверхность на чертеже может быть задана:

1. Набором элементов, определяющих эту поверхность.
2. Каркасом поверхности.
3. Очерком поверхности.

### ***Что называется каркасом поверхности?***

Каркасом поверхности называется множество линий и точек, принадлежащих поверхности.

***Что называется очерком поверхности?***

Очерк – проекция контура поверхности на плоскость проекций.

***Какие линии называют параллелью, горлом и экватором поверхности вращения?***

Параллелью называется окружность, которую описывает точка поверхности при вращении вокруг оси. Параллели лежат в плоскостях, перпендикулярных оси вращения. Наибольшую параллель называют экватором поверхности, наименьшую – горлом.

***Какие линии называются меридианами поверхности?***

Меридианы – линии, образованные в результате пересечения поверхности плоскостями, проходящими через ось вращения поверхности.

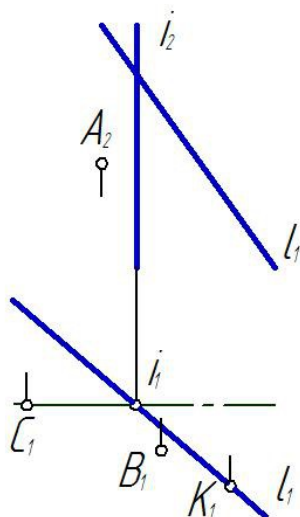
***Как находятся недостающие проекции точек, принадлежащих поверхности? Сформулируйте условие принадлежности точки и линии поверхности.***

Точка принадлежит поверхности, если она находится на какой-либо линии, лежащей на этой поверхности. Линия принадлежит поверхности, если каждая ее точка принадлежит этой поверхности. При построении точки необходимо провести через нее на поверхности простейшие линии (прямые образующие или окружности-параллели).

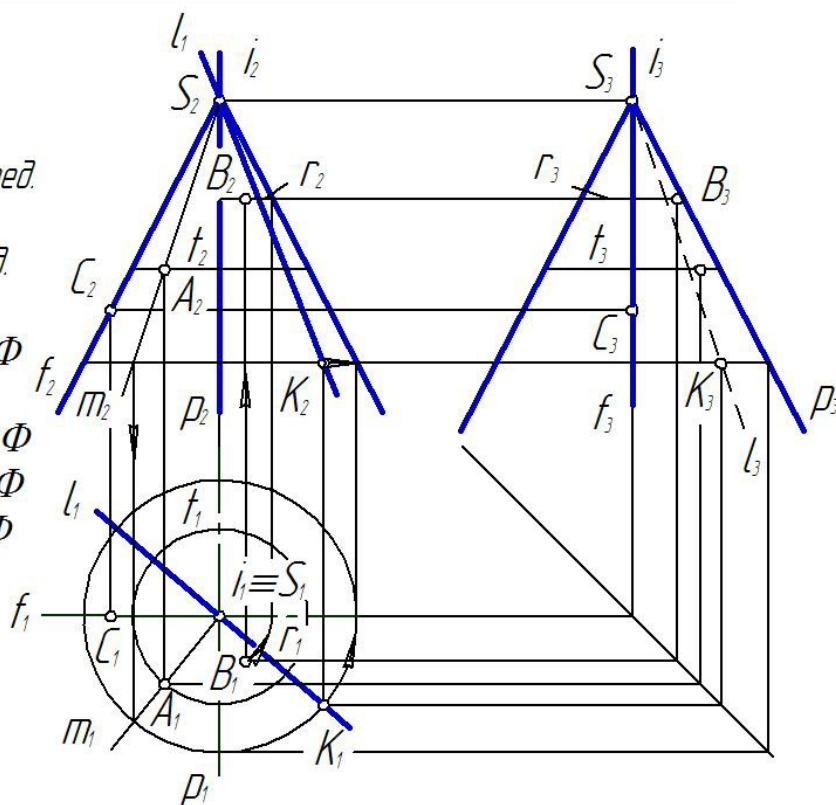


**Задача № 1.** Построить фронтальный и профильный очерки конической поверхности  $\Phi(l, i)$ , если  $i$  – ось вращения,  $l$  – образующая. Построить недостающие проекции точек  $A, B, C, K$ , принадлежащих поверхности и лежащих на ее видимой части.

Дано:  
 $\Phi(l, i)$  – конич. поверхность  
 $A(A_1), B(B_1), C(C_1), K(K_1) \in l$   
 очерки на  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ , –?  
 $A_1, A_3; B_2, B_3; C_2, C_3$  –?  
 $A, B, C \in \Phi$



1.  $f$  – гл. меридиан, опред. очерк на  $\Pi_2$
2.  $p$  – меридиан, опред. очерк на  $\Pi_3$
3.  $A \in t, t \subset \Phi \Rightarrow A \in \Phi$   
или  
 $A \in m, m \subset \Phi \Rightarrow A \in \Phi$
4.  $B \in r, r \subset \Phi \Rightarrow B \in \Phi$
5.  $C \in f, f \subset \Phi \Rightarrow C \in \Phi$





## Тема 23. Пересечение прямой с поверхностью

**Каков алгоритм нахождения точек пересечения прямой с поверхностью?**

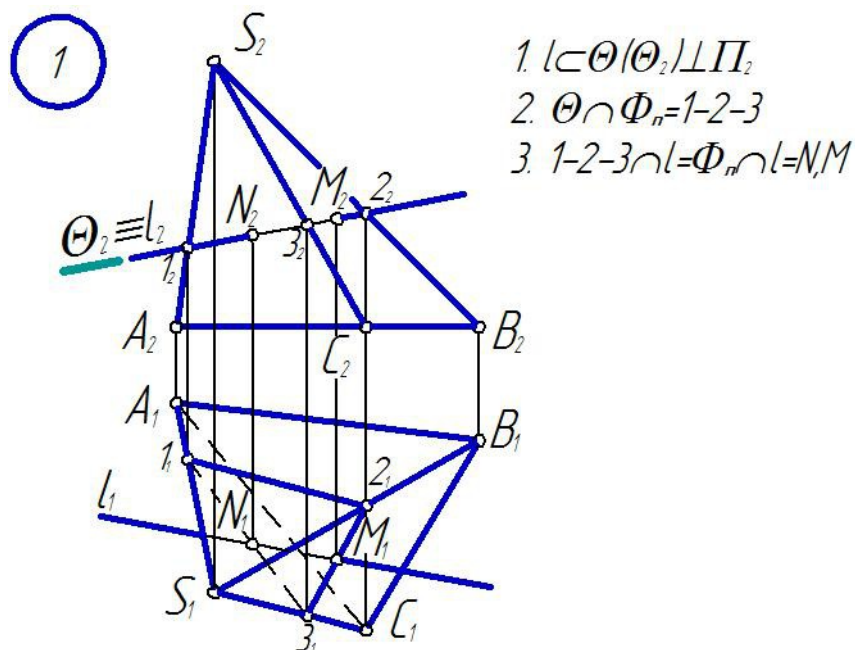
Для определения точек пересечения прямой с поверхностью необходимо выполнить следующие построения:

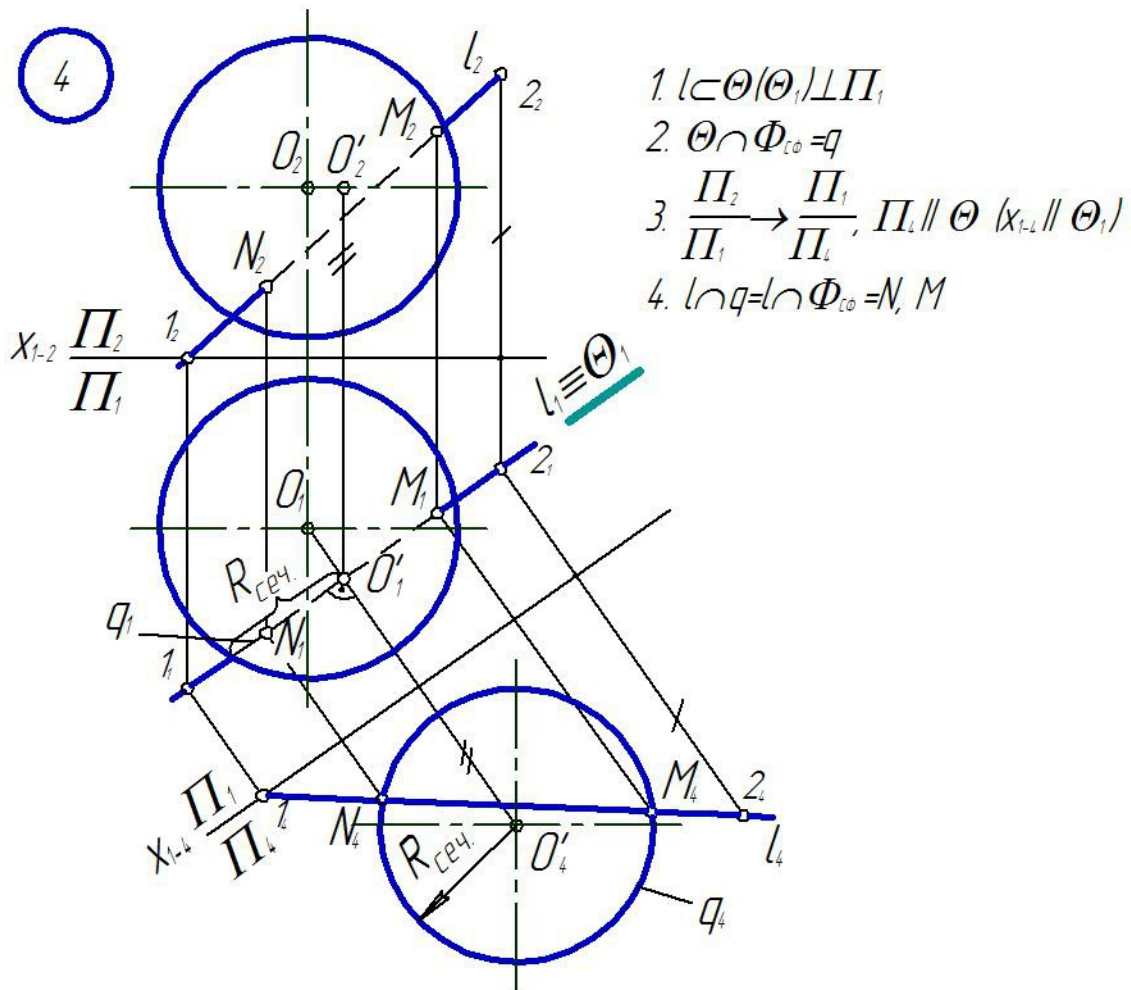
1. Заключить заданную прямую во вспомогательную плоскость.
2. Определить линию пересечения вспомогательной плоскости с заданной.
3. Найти точки пересечения заданной прямой с линией пересечения поверхности с плоскостью.

**Как следует выбирать вспомогательную плоскость?**

Вспомогательная плоскость должна пересекать заданную поверхность по простейшим линиям, проекции которых возможно построить на КЧ (окружности или прямые). Как правило, в качестве вспомогательной плоскости выбирается проецирующая плоскость.

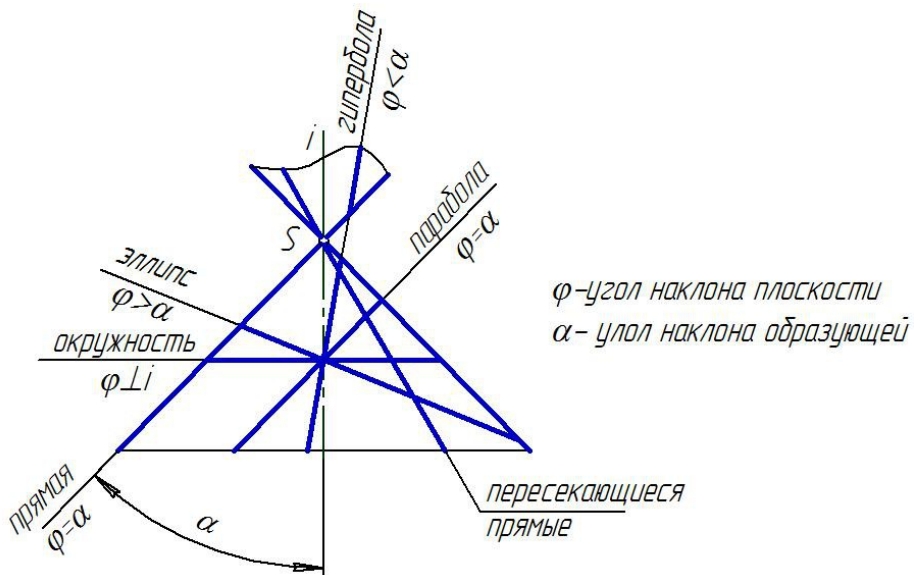
**Задачи № 1-2.** Определить точки пересечения прямой  $l$  с поверхностью  $\Phi$ . Показать видимость прямой.





## ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ПЛОСКОСТЬЮ

*Какой формы могут быть линии сечения поверхности вращения в зависимости от расположения секущей плоскости? Проиллюстрируйте их на примере пересечения конуса.*



Форма сечения зависит от угла наклона секущей плоскости к оси вращения поверхности.

Если секущая плоскость:

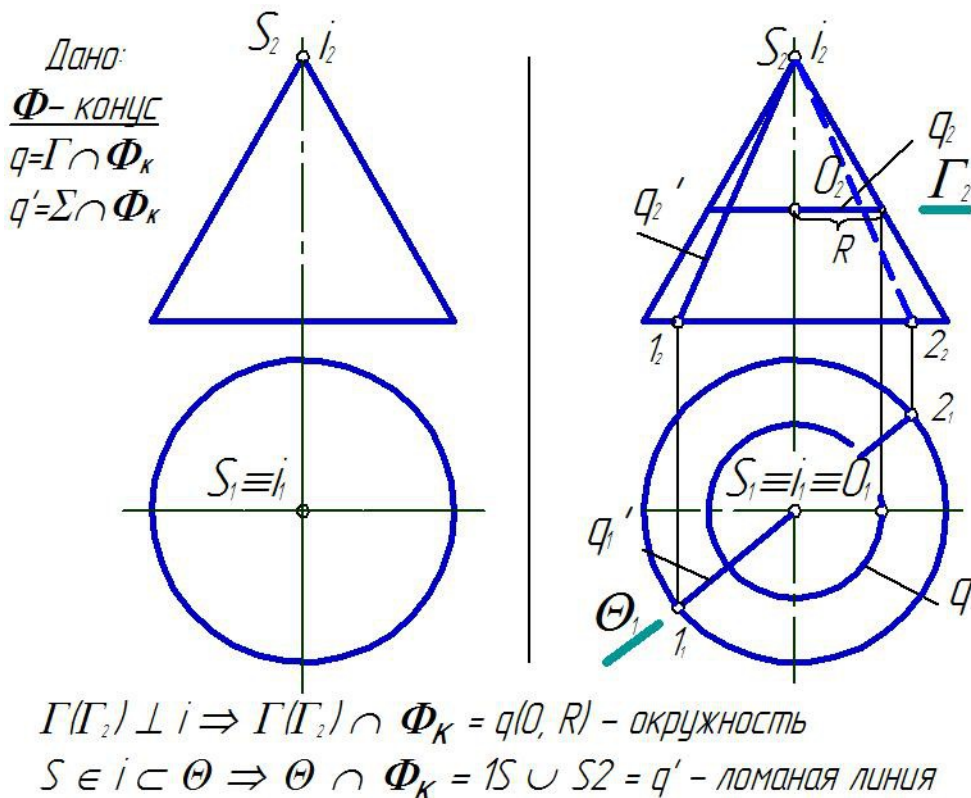
- 1) перпендикулярна оси вращения, сечение – окружность;
- 2) наклонена к оси и пересекает все образующие – эллипс;
- 3) параллельна одной образующей – парабола;
- 4) параллельна двум образующим – гипербола;
- 5) проходит через вершину – две пересекающиеся прямые.

Вся совокупность этих линий может быть получена при пересечении конуса плоскостью. Поэтому их называют коническими сечениями, или **кониками**.

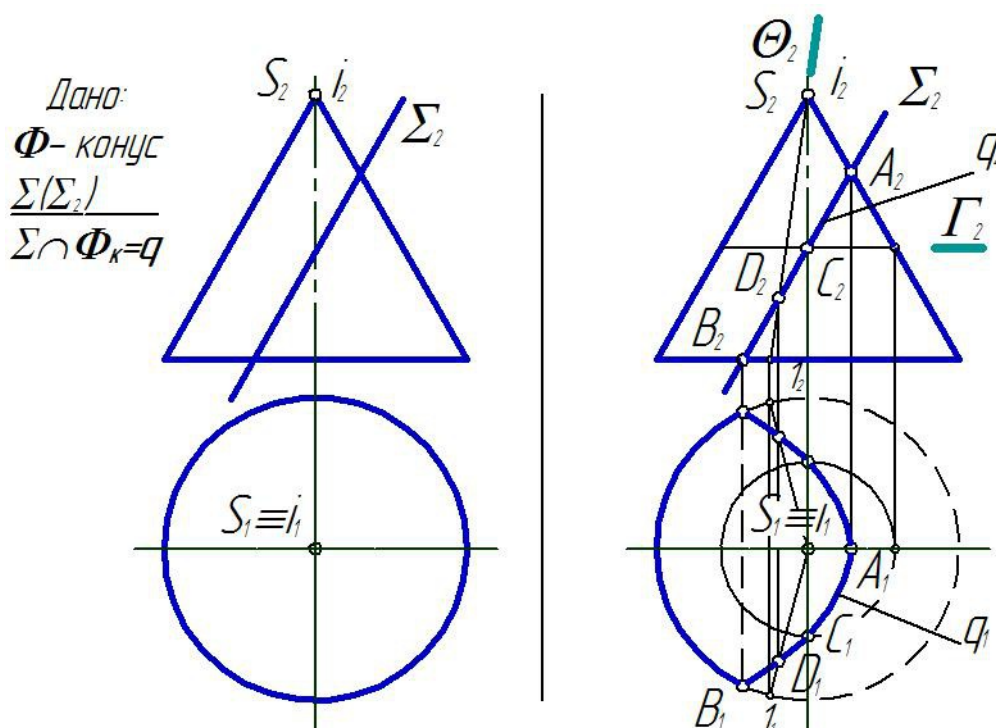
**Какой в общем виде алгоритм построения линии пересечения плоскости с поверхностью?**

Для построения линии пересечения необходимо найти общие точки поверхности и заданной плоскости. Для определения этих точек необходимо ввести дополнительные секущие плоскости, которые дают наиболее простые линии сечения – окружности или ломаные прямые.

**Задача № 1.** Построить линию пересечения конуса плоскостями частного положения, выбрав их так, чтобы одна из них пересекла конус по окружности, а вторая – по образующим.



**Задача № 2.** Построить линию сечения конуса плоскостью частного положения  $\Sigma$ .



Так как плоскость  $\Sigma$  параллельна очерковой образующей конуса, линия сечения – парабола.  $\Sigma$  – фронтально-проецирующая плоскость, следовательно, фронтальная проекция линии пересечения определена и совпадает с фронтальным следом плоскости. Горизонтальная проекция линии пересечения определяется, исходя из принадлежности точек сечения поверхности конуса.

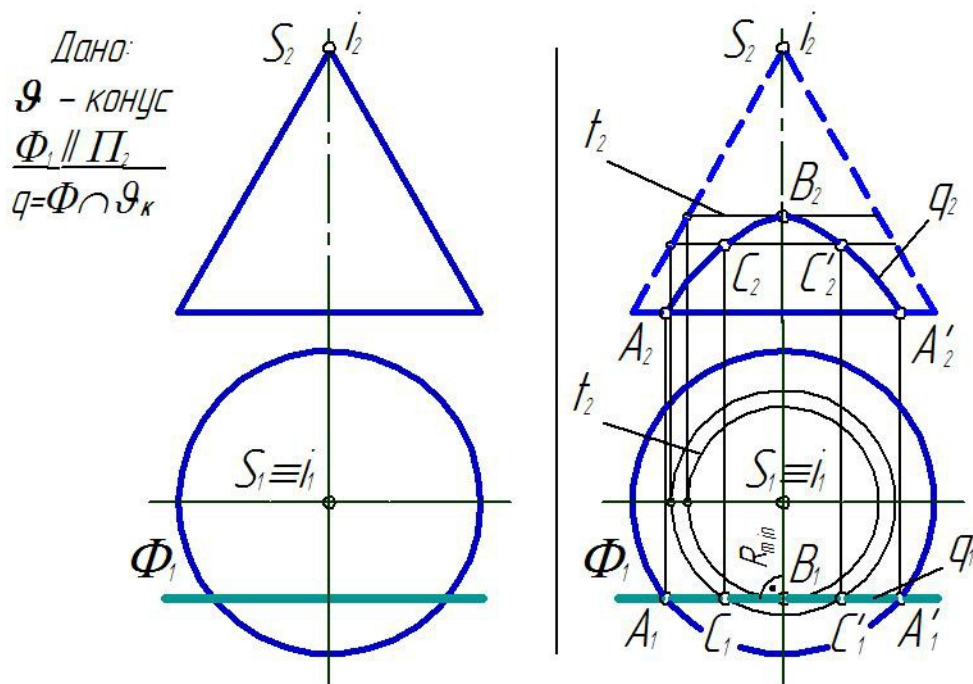
Точки пересечения поверхности с плоскостью определяются по уже изученному алгоритму с помощью плоскостей-посредников, пересекающих конус по окружностям-параллелям или проходящих через его вершину.

**Задача № 3.** Построить линию сечения конуса фронтальной плоскостью уровня  $\Phi$ .

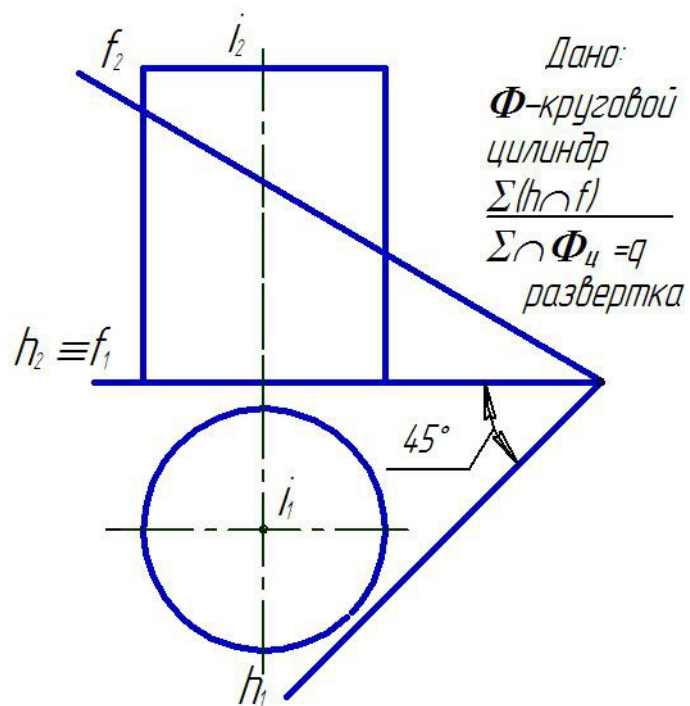
Фронтальная плоскость уровня  $\Phi(\Phi_1)$  пересекает поверхность конуса по параболе  $q$ :

- точки  $A$  и  $A'$  лежат на пересечении заданной плоскости с основанием конуса;
- высшей точкой сечения является точка  $B$ , расположенная на параллели  $t$ , имеющей минимальный радиус;

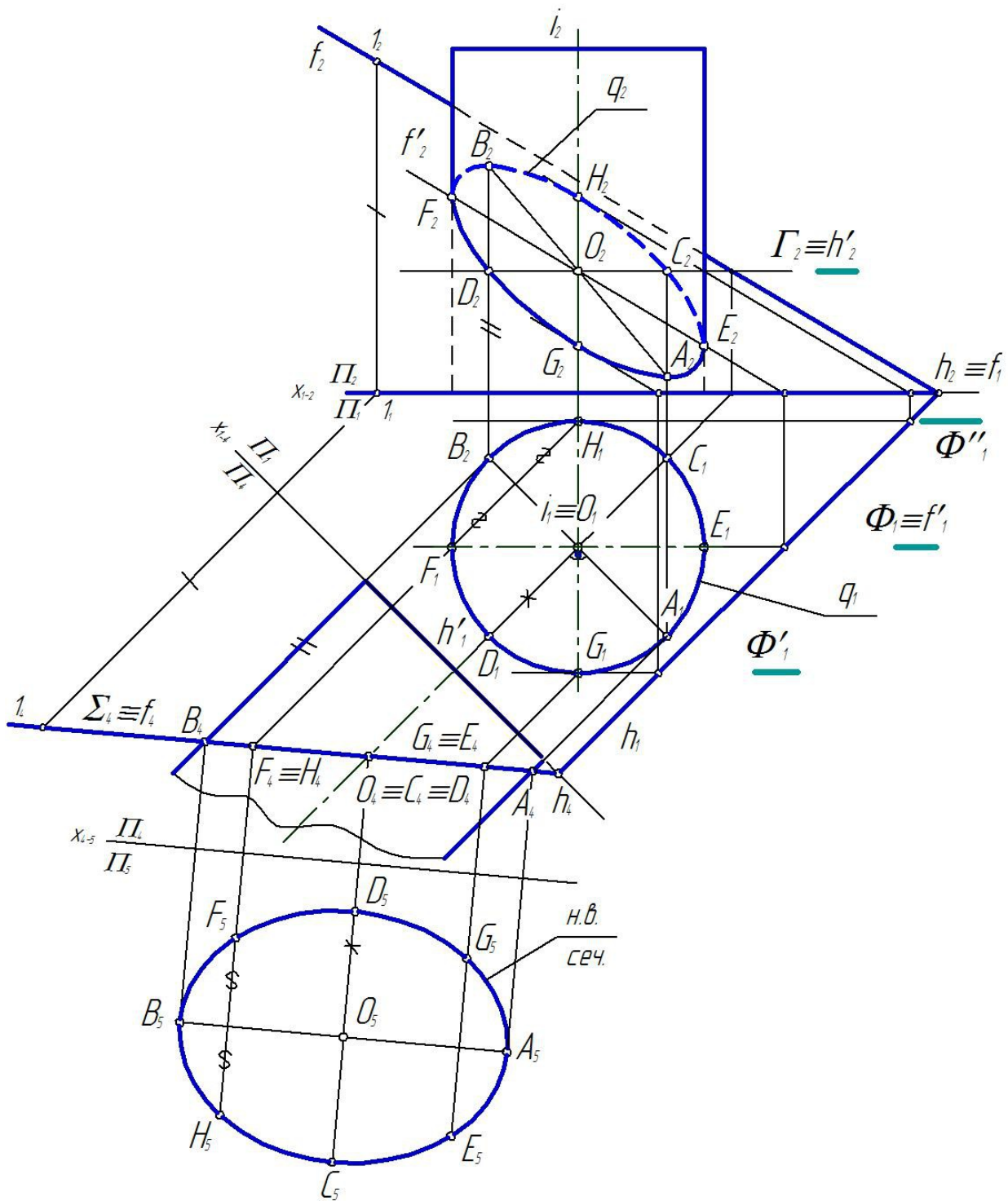
- промежуточные точки  $C$  и  $C'$  находятся аналогично.



**Задача № 4.** Построить сечение прямого кругового цилиндра плоскостью  $\Sigma$  ( $h \cap f$ ), определить натуральную величину сечения. Построить развертку нижней отсеченной части поверхности цилиндра.







1. **Определение линии пересечения.** Заданная плоскость пересекает только боковую поверхность цилиндра, следовательно, линией пересечения  $q$  является эллипс.

Так как цилиндр проецирующий на  $\Pi_l$ , горизонтальная проекция линии пересечения определена и совпадает с горизонтальным очерком поверхности. Фронтальные проекции точек сечения определяются исходя из принадлежности их секущей плоскости  $\Sigma$ .

### Характерные точки линии пересечения:

- 1) **Высшая и низшая точки сечения** (A, B) определяют большую ось эллипса и лежат на линии наибольшего наклона плоскости  $\Sigma$  к плоскости основания цилиндра. Эти точки можно определить с помощью метода замены плоскостей проекций, сделав секущую плоскость проецирующей относительно новой плоскости проекций  $\Pi_5$  (3 основная задача).

$$[AB] \cap i = O \text{ — центр эллипса.}$$

- 2) **Малая ось эллипса** (C, D) перпендикулярна к линии наибольшего наклона (большой оси), т.е. лежит на горизонтали плоскости  $\Gamma$  ( $\Gamma_2$ ).

$$O \in \Gamma(\Gamma_2) \parallel \Pi_1; \\ \Gamma \cap \Sigma = h' \supset [CD] \cdot (h' \cap \Phi_{\Sigma} = C, D).$$

- 3) **Точки границы видимости** (E, F) сечения на  $\Pi_2$  лежат на плоскости  $\Phi$  ( $\Phi_1$ ), делящей цилиндр на видимую и невидимую части по отношению к фронтальной плоскости проекций.

$$i \subset \Phi(\Phi_1) \parallel \Pi_2 (\Phi_1 \parallel OX); \\ \Phi \cap \Sigma = f' \supset [EF] \cdot (f' \cap \Phi_{\Sigma} = EF).$$

- 3) **Ближняя и дальняя точки сечения** (H, G) определяются с помощью фронтальных плоскостей уровня  $\Phi'$  и  $\Phi''$ , проходящих касательно к поверхности  $\Phi_{\Sigma}$ .

$$\Phi'(\Phi'_1) \parallel \Pi_2 (\Phi'_1 \parallel OX); \quad \Phi''(\Phi''_1) \parallel \Pi_2 (\Phi''_1 \parallel OX); \\ \Phi' \cap \Sigma = f' \ni G; \quad \Phi'' \cap \Sigma = f'' \ni H$$

- 5) **Промежуточные точки** (P, Q) могут быть определены введением дополнительных горизонтальных или фронтальных плоскостей уровня (на чертеже не показаны).

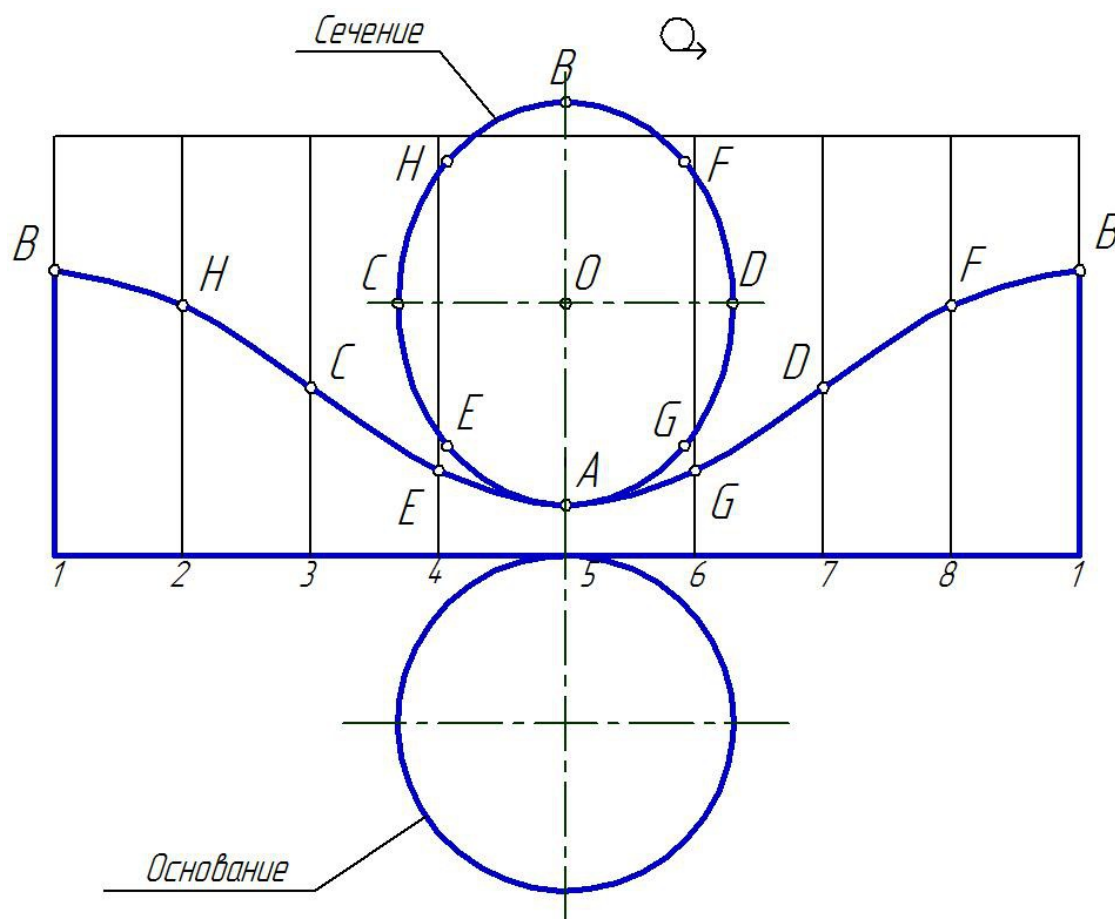
2. **Натуральная величина сечения** находится методом замены плоскостей проекций (4 основная задача).



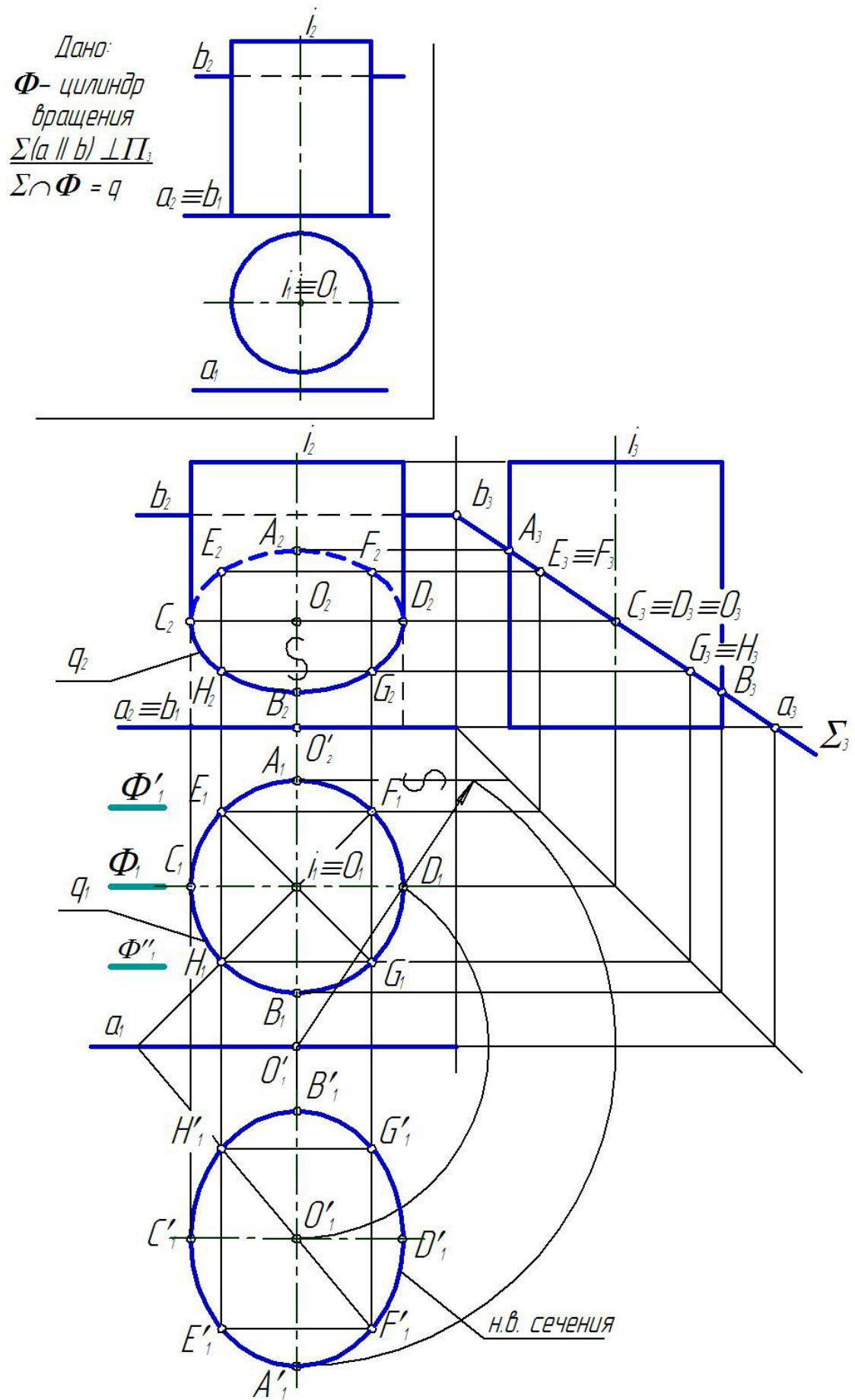
3. **Развертка** боковой поверхности цилиндра представляет собой прямоугольник высотой, равной высоте цилиндра, и длиной  $2\pi R$ , где  $R$  – радиус основания цилиндра. Графическое построение величины  $2\pi R$  осуществляется способом малых хорд, при котором окружность основания делится на 8 или 12 частей, и полученная длина дуги приравнивается хорде. На соответствующих образующих находятся точки линии пересечения.

! Разрывать отсеченную боковую поверхность цилиндра необходимо по наиболее короткой или длинной образующей так, чтобы развертка представляла собой симметричную фигуру и была единым целым.

К полученной боковой поверхности в нижней или верхней точке пристраиваются сечение, а также основание.



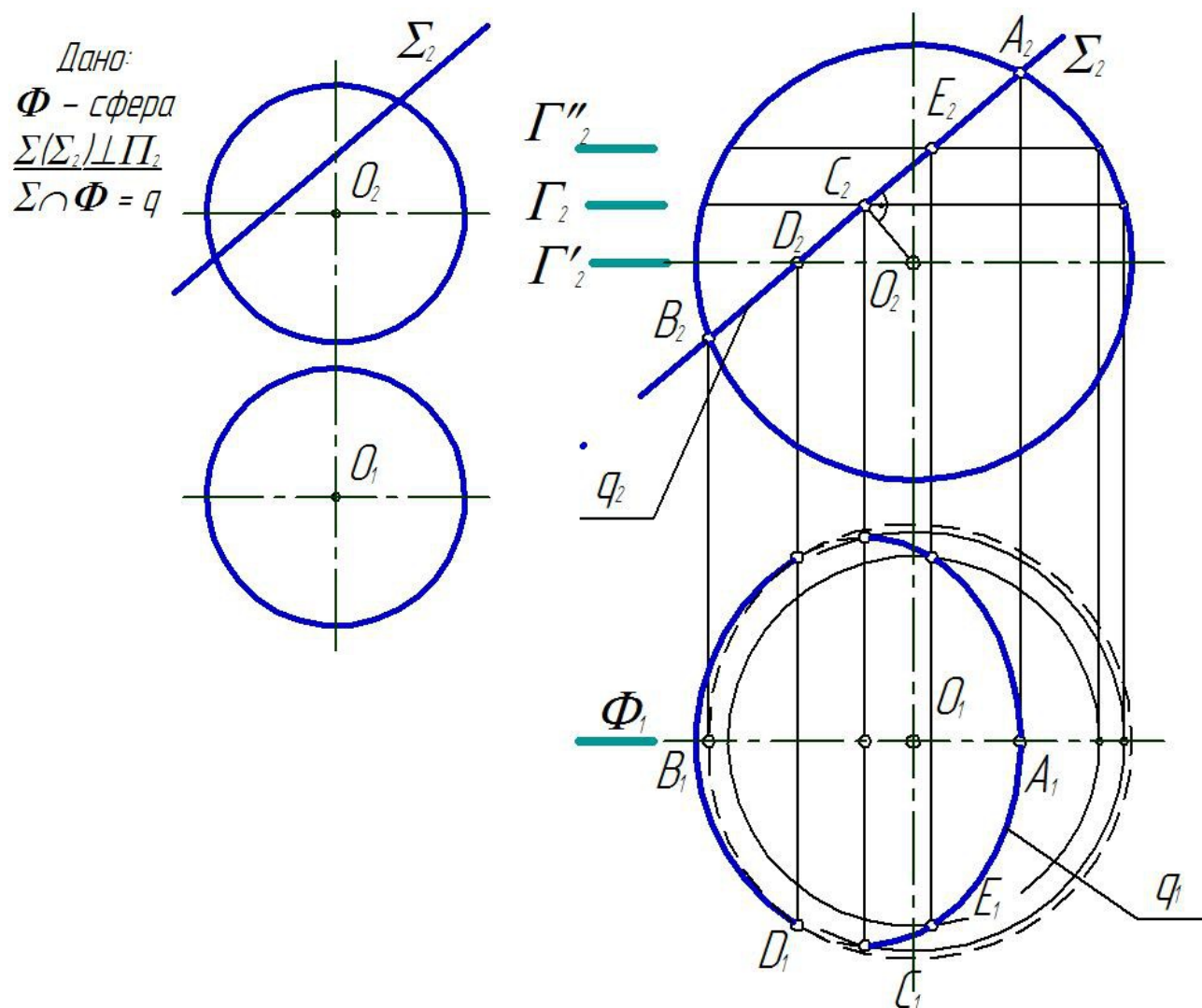
**Задача № 5 (дополнительная).** Построить линию пересечения кругового цилиндра плоскостью частного положения.



**Задача № 6.** Построить линию пересечения сферы плоскостью частного положения.

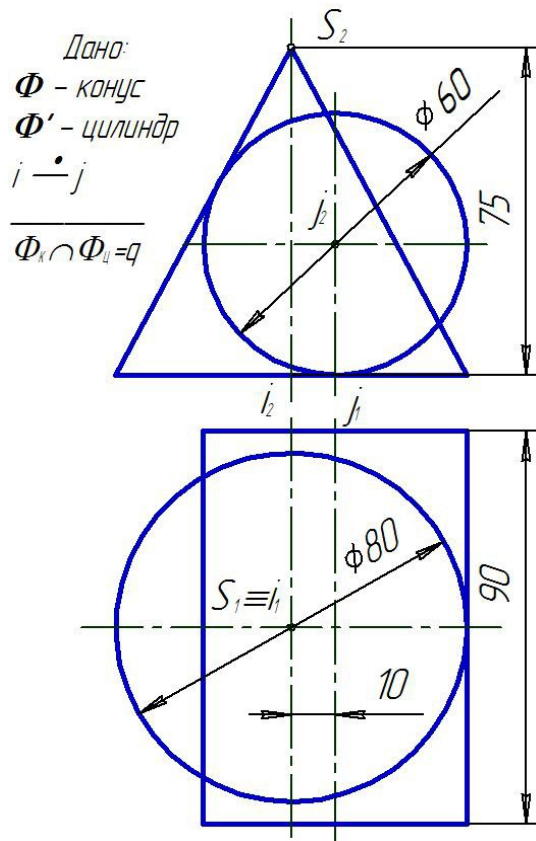
Линия сечения сферы плоскостью – окружность, но на плоскости проекций, в зависимости от положения секущей плоскости, она может проецироваться в виде эллипса или отрезка прямой.

Каждую точку сечения можно получить с помощью дополнительных плоскостей, параллельных плоскостям проекций. Границами выбора таких плоскостей являются высшая и низшая точки сечения. В данной задаче эти точки лежат на пересечении главного меридиана поверхности с фронтально-проецирующей плоскостью  $\Sigma(\Sigma_2)$ .



## ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ. МЕТОД СЕКУЩИХ ПЛОСКОСТЕЙ

**Задача № 1.** Построить линию пересечения цилиндра и конуса.

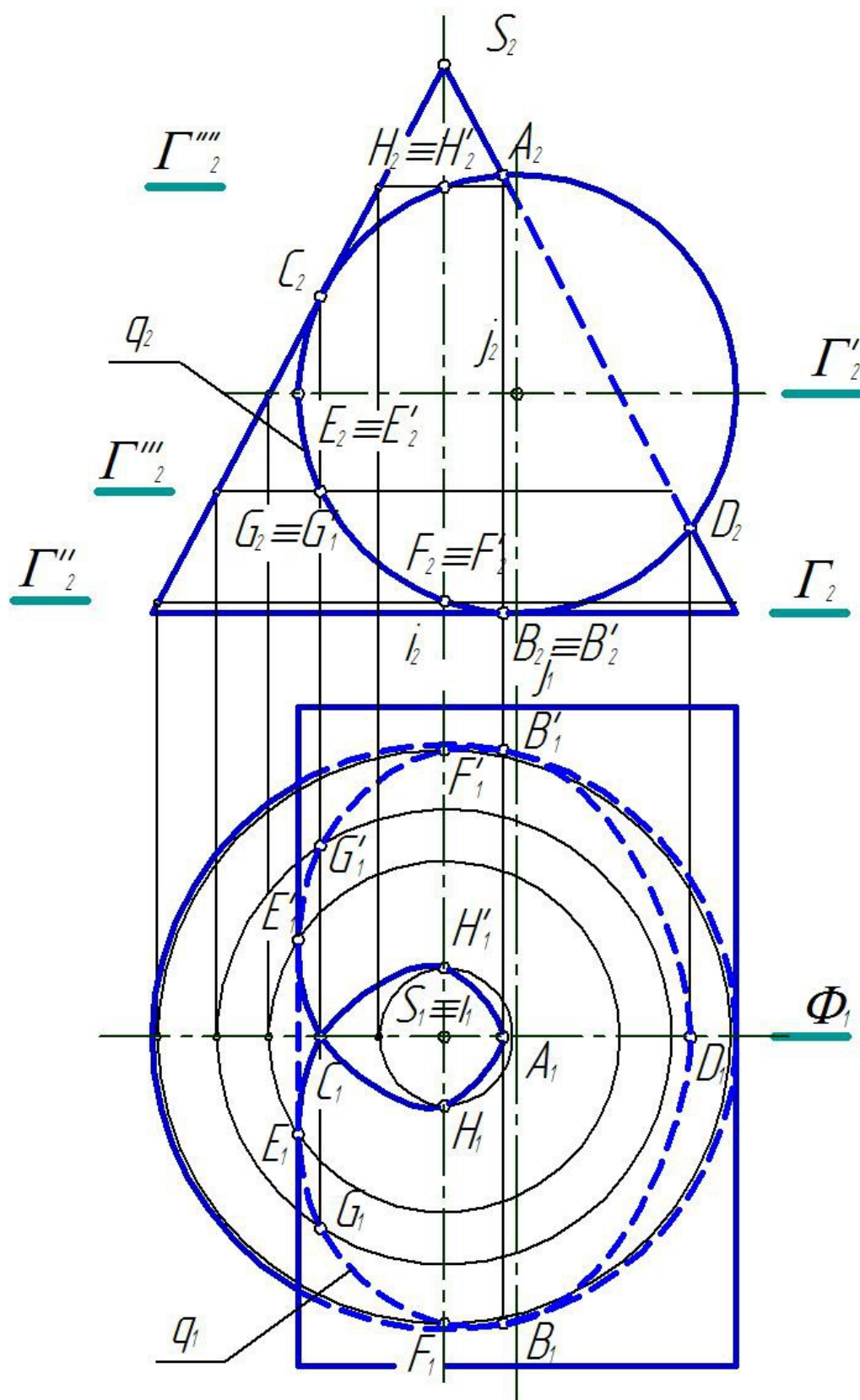


Результатом пересечения двух поверхностей вращения (конуса и цилиндра) будет пространственная кривая линия. Так как заданный цилиндр проецирующий на фронтальную плоскость проекций  $\Pi_2$ , фронтальная проекция линии сечения будет проецироваться на очерк цилиндра в виде дуги окружности. Горизонтальные проекции точек линии пересечения определяются исходя из принадлежности их поверхности конуса с помощью дополнительных секущих плоскостей (горизонтальных плоскостей уровня), пересекающих конус по параллелям.

Необходимо определить следующие **характерные точки линии сечения**:

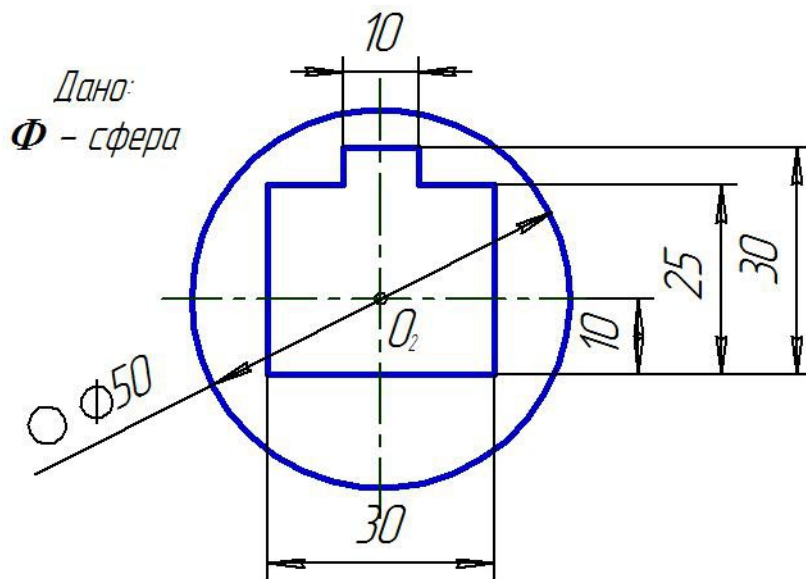
- 1) Точки, расположенные на низшей образующей цилиндра ( $B, B'$ ), определяются с помощью горизонтальной плоскости, проходящей через основание конуса  $\Gamma / \Gamma_2$ .
- 2) Точки, лежащие на очерковых образующих конуса ( $A, C, D$ ), определяются с помощью фронтальной плоскости  $\Phi / \Phi_1 f$ , проходящей через его ось симметрии.
- 3) Точки границы видимости, лежащие на горизонтальных очерковых образующих цилиндра ( $E, E'$ ), определяются с помощью горизонтальной плоскости  $\Gamma / \Gamma' f$ , проходящей через его ось симметрии.

- 4) Точки, лежащие на ближайшей и наиболее удаленной образующей конуса, определяются с помощью плоскостей  $\Gamma''$  и  $\Gamma'''$ .

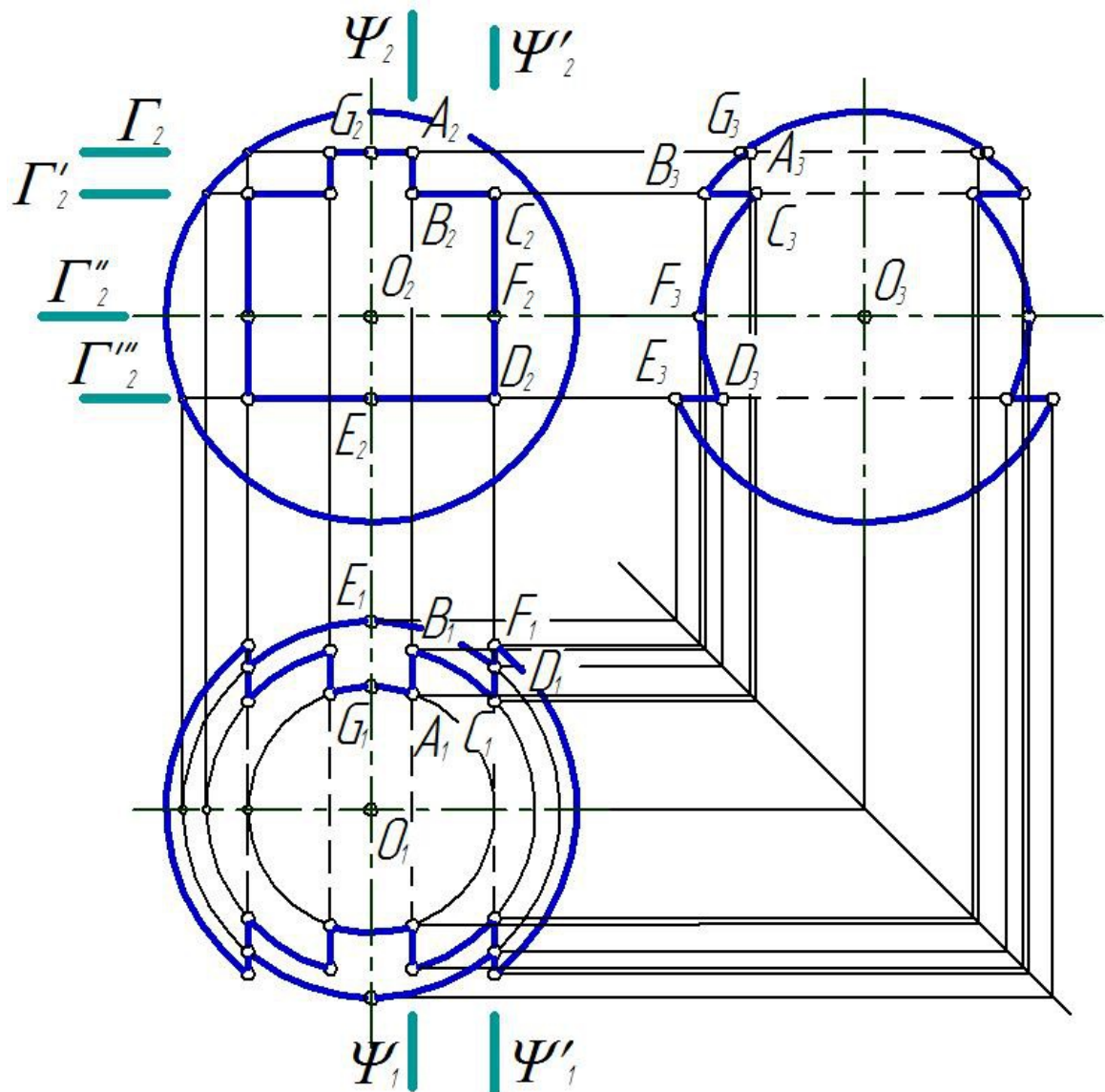




**Задача № 2** Построить горизонтальную и фронтальную проекции шара с вырезом.



Вырез строится с помощью плоскостей уровня, пересекающих шар по параллелям.



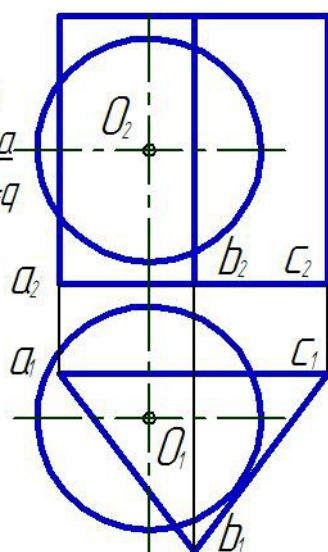
**Задача № 3.** Построить линию пересечения сферы с трехгранной призмой.

Дано:

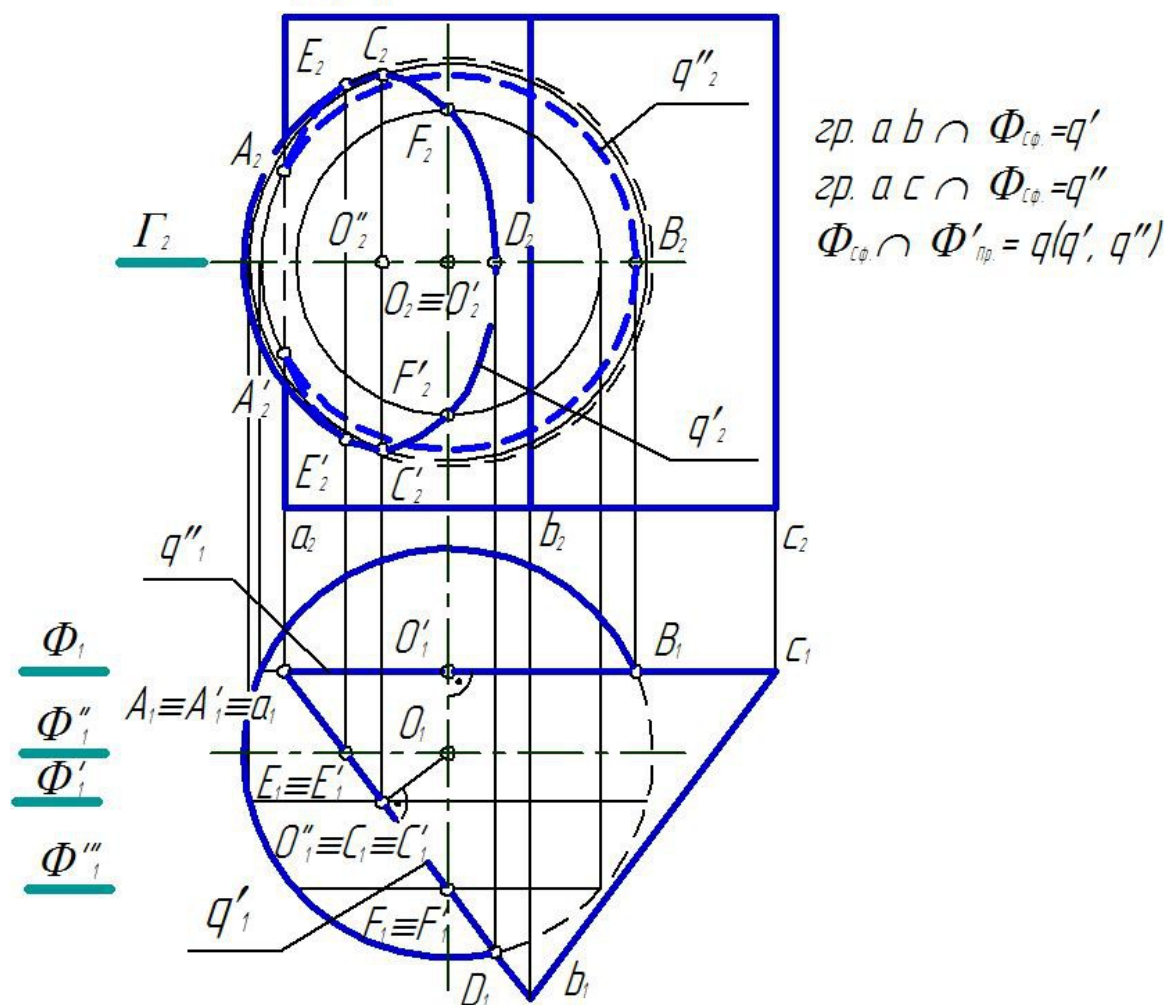
$\Phi$  – сфера

$\Phi'$  – призма

$\Phi_{\text{сф}} \cap \Phi'_{\text{пр}} = q$



При пересечении поверхности вращения с многогранником задача сводится к нахождению ряда плоских кривых, которые являются линиями пересечения отдельных граней и ребер многогранника с кривой поверхностью.



Сечением сферы с призмой будет линия, распадающаяся на две дуги окружности. Центрами этих дуг будут точки оснований перпендикуляров, проведенных из центра сферы к граням призмы.



Так как заданная призма проецирующая на  $\Pi_1$ , горизонтальная проекция линии пересечения будет проецироваться в виде отрезков на горизонтальный очерк призмы. Фронтальные проекции верхней и нижней точек сечения сферы с гранью  $ab$  находятся с помощью фронтальной плоскости  $\Phi' \perp \Phi_1 f$ , проходящей через центр дуги  $O$ .

Точки границы видимости  $E$  и  $E'$  определяются с помощью фронтальной плоскости  $\Phi' \perp \Phi_1 f$ , проходящей через главный меридиан сферы. Дуга, полученная в результате пересечения сферы с гранью  $ac$ , будет проецироваться на фронтальную плоскость проекций без искажения.

## АКСОНОМЕТРИЯ

### *Какие проекции называются аксонометрическими?*

Аксонометрическими называются проекции, полученные в результате параллельного проецирования геометрического объекта вместе с осями координат  $x, y, z$  на некоторую плоскость, называемую плоскостью аксонометрических проекций или картинной плоскостью.

### *Как производится переход от ортогональных координат к аксонометрическим?*

При переходе от ортогональных координат к аксонометрическим происходит искажение отрезков, параллельных осям проекций. Мерой его являются коэффициенты искажения – отношение аксонометрической длины отрезка к его истинной величине.

### *Какие виды аксонометрических проекций Вы знаете?*

В зависимости от направления проецирования аксонометрические проекции делятся на следующие виды:

- прямоугольные (направление проецирования перпендикулярно картинной плоскости);

- косоугольные (направление проецирования не перпендикулярно картинной плоскости).

В зависимости от соотношений коэффициентов искажения аксонометрические проекции делятся на следующие:

- изометрию (коэффициенты искажения по аксонометрическим осям равны);
- диметрию (коэффициенты искажения равны по двум аксонометрическим осям);
- триметрию (коэффициенты искажения различны).

**Чему равны теоретические коэффициенты искажения в прямоугольной изометрии и диметрии?**

$$K = K_x = K_y = K_z \approx 0,82 \quad \text{- прямоугольная изометрия,}$$

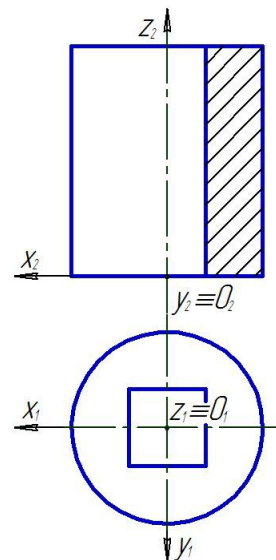
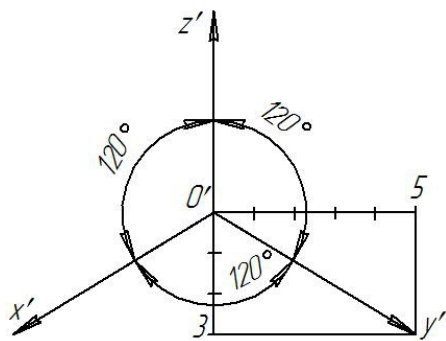
$$K = K_x = K_z \approx 0,94, \quad K_y \approx 0,47 \quad \text{- прямоугольная диметрия.}$$

### ***Построение аксонометрии детали***

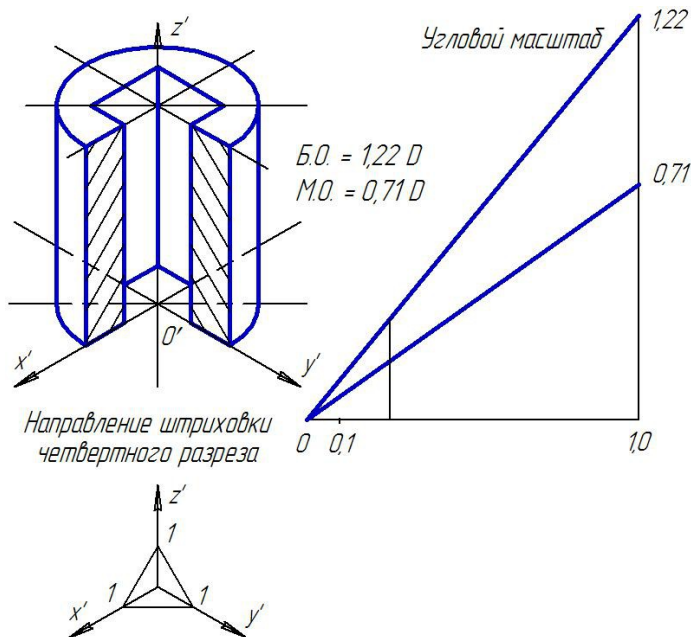
1. Деталь ориентируется относительно декартовых координат.
2. Строятся аксонометрические проекции осей.
3. Пользуясь инвариантностью параллельности, выполняется построение аксонометрии детали. При этом отрезки умножаются на соответствующие коэффициенты с учетом углового масштаба. Для этого строится диаграмма – прямоугольный треугольник, одним катетом которого берется отрезок, принимаемый за 1,0; другой равен коэффициенту искажения. Если по направлению первого катета отложить натуральную длину отрезка и из конца его провести вертикальную линию, то гипотенуза отсечет от этой вертикальной линии отрезок, равный длине заданного отрезка, умноженной на коэффициент искажения.
4. Выполняется четвертной разрез детали с помощью плоскостей  $x'z'$  и  $y'z'$  (или  $x'y'$ ).
5. Плоскости разреза заштриховываются.

**Задача № 1.** Построить практическую прямоугольную изометрию и прямоугольную и косоугольную диметрию цилиндрической детали с прямоугольным отверстием.

**Под какими углами в прямоугольной изометрии располагаются оси  $x'$  и  $y'$  относительно оси  $z'$ ?**



Оси  $x'$  и  $y'$  располагаются под углом  $120^\circ$  к оси  $z'$ .



На практике в целях сокращения вычислений рекомендуется пользоваться приведенными коэффициентами искажения. Чему равен этот коэффициент для прямоугольной изометрии и чему равен при этом коэффициент приведения?

Приведенный коэффициент искажения в прямоугольной изометрии равен единице.

$$K_{np.} = K_x = K_y = K_z = 1$$

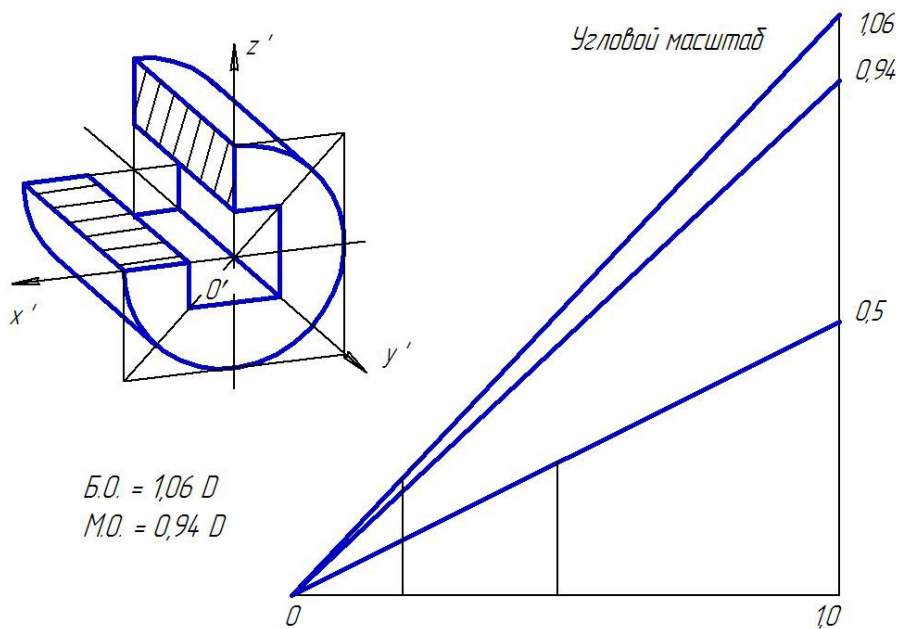
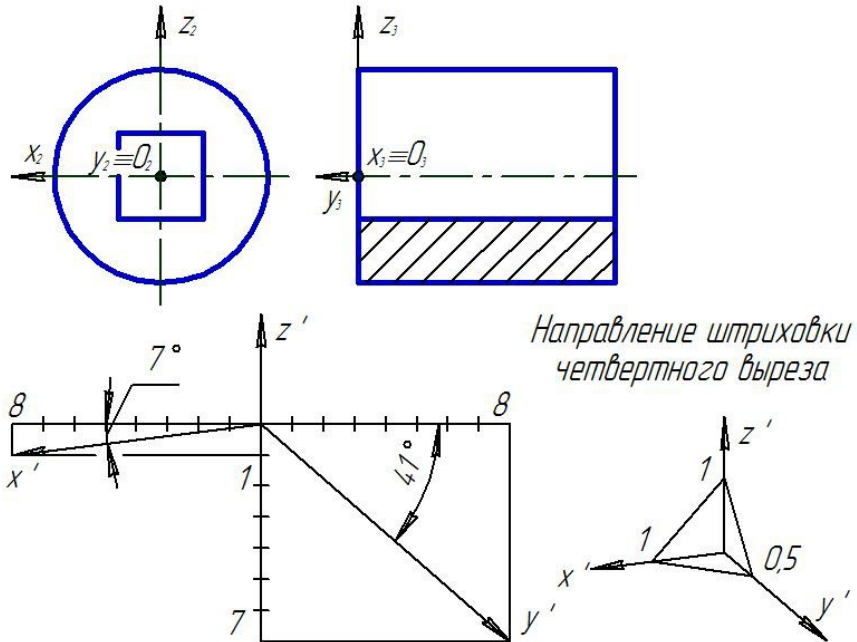
Коэффициент приведения:

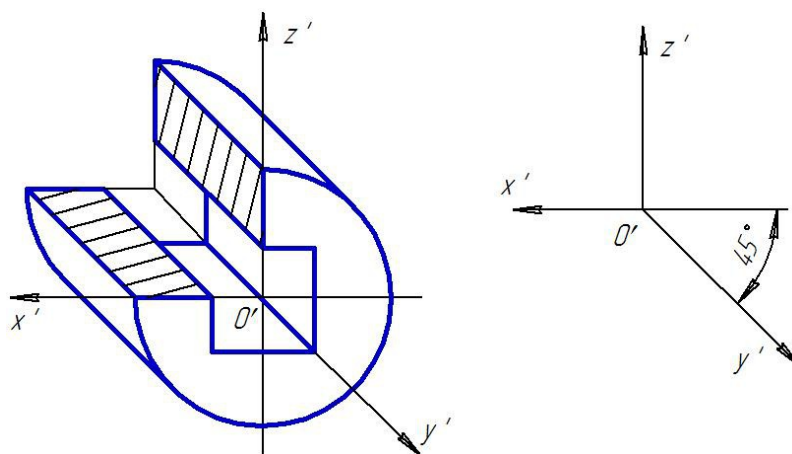
$$m = \frac{1}{K} = \frac{1}{0,82} = 1,22$$

Следовательно, в практической (или приведенной) прямоугольной изометрии изображение увеличивается в 1,22 раза.

Чему равны приведенные коэффициенты искажения по осям в прямоугольной и косоугольной диметрии?

$$K_{пр.} = K_y = K_z = 1, \quad K_x = 0,5.$$





## РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский. - М.: Высшая школа, 2003 – 272 с.
2. Королев, Ю. И. Начертательная геометрия / Ю. И. Королев. - СПб.: Питер, 2006 – 252 с.
3. Лагерь, А. И. Основы начертательной геометрии / А. И. Лагерь, А. Н. Мота, К. С., Рушелюк. - М.: Высшая школа, 2005 – 280 с..
4. Локтев, О. В. Краткий курс начертательной геометрии / О. В. Локтев. - М.: Высшая школа, 1999 – 136 с.
5. Нартова, Л. Г. Начертательная геометрия / Л. Г. Нартова, В. И. Якунин. - М.: Дрофа, 2003 – 288 с.
6. Фролов, С. А. Начертательная геометрия / С. А. Фролов. - М.: Высшая школа, 2008 – 286 с.
7. Савченко Н. В. Начертательная геометрия: конспект лекций / Н. В. Савченко – Самара: Изд-во СГАУ, 2011 – 80 с.
8. Савченко Н. В. Начертательная геометрия. Практические занятия / Н. В. Савченко, Г. И. Панкова, В. В. Платонова – Самара: Изд-во СГАУ, 2007 – 104 с..
9. Сборник задач о начертательной геометрии. Ч. 4. База данных: учебн. пособие / [Н. В. Савченко и др.]. Самара: Изд-во СГАУ, 2011 206 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<i>Структура дисциплины «Начертательная геометрия».....</i>	<i>3</i>
<b>КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ ТОЧКИ.....</b>	<b>8</b>
<b>КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ ПРЯМЫХ. ТОЧКА НА ПРЯМОЙ.....</b>	<b>8</b>
<b>ДЕЛЕНИЕ ОТРЕЗКА В ЗАДАННОМ ОТНОШЕНИИ.....</b>	<b>14</b>
<b>МЕТОД ПРЯМОУГОЛЬНОГО ТРЕУГОЛЬНИКА.....</b>	<b>15</b>
<b>ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРЯМЫХ.....</b>	<b>18</b>
<b>КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ ПЛОСКОСТЕЙ. ....</b>	<b>20</b>
<b>ПРЯМАЯ И ТОЧКА В ПЛОСКОСТИ .....</b>	<b>20</b>
<b>ПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ.....</b>	<b>24</b>
<b>ПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ ПЛОСКОСТЕЙ.....</b>	<b>24</b>
<b>ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ.....</b>	<b>26</b>
<b>ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ.....</b>	<b>30</b>
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДИМОСТИ.....</b>	<b>30</b>
<b>ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....</b>	<b>35</b>
<b>ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КЧ МЕТОДОМ ЗАМЕНА ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ.....</b>	<b>43</b>
<b>ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПРЯМОЙ С ПОВЕРХНОСТЬЮ.....</b>	<b>51</b>
<b>ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ПЛОСКОСТЬЮ.....</b>	<b>52</b>
<b>ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ. МЕТОД СЕКУЩИХ ПЛОСКОСТЕЙ.....</b>	<b>61</b>
<b>АКСОНОМЕТРИЯ.....</b>	<b>65</b>
<b>РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>69</b>



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

**Н. В. Савченко, В. Н. Гаврилов, И. В. Мурачева**

**Инженерная и компьютерная графика  
в системе КОМПАС – 3D**

Электронное учебное пособие

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование образовательной деятельности» Программы развития СГАУ на 2009 — 2018 годы по проекту Разработка стандарта НИУ «Производство изделий на предприятиях аэрокосмического кластера Соглашение №1/5 от 03 июня 2013 г.

Самара  
2013

УДК СГАУ: 004.9(075)  
ББК 32.9я7  
С 137

Авторы: **Савченко Нелли Вячеславовна,**  
**Гаврилов Валерий Николаевич,**  
**Мурачева Ирина Васильевна**

**Савченко, Н.В. Инженерная и компьютерная графика в системе КОМПАС-3D** [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Н. В. Савченко, В. Н. Гаврилов, И. В. Мурачева; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) – Электрон. и граф. дан. (8,51 Мбайт). – Самара, 2013. – 1 эл. опт. диск. (CD-ROM).

Рассмотрены примеры построения изображений простейших геометрических фигур и возможности их редактирования в модуле двухмерной графики системы КОМПАС – 3 D и вопросы создания объемных моделей деталей в системе трехмерного твердотельного моделирования и построения по ним ассоциативных чертежей. Описан интерфейс этой системы. Содержатся примеры создания различных чертежей с использованием прикладных библиотек системы КОМПАС – 3 D. Рассмотрены приемы создания трехмерных сборок и построения на их основе сборочных чертежей. Приведены примеры построения в системе КОМПАС – 3 D спецификаций сборочных чертежей и тестовых документов.

Учебное пособие предназначено для подготовки бакалавров и специалистов направлений 150400 «Металлургия», 150700 «Машиностроение» 152200 «Наноинженерия» «Инженерно-технологического факультета»; 151600 «Прикладная механика», 160100 «Самолетостроение», 160400 «Ракетные транспортные системы», 220700 «Автоматизация технологических процессов и производств» 221400 «Управление качеством», 221700 «Стандартизация и метрология» факультета «Летательные аппараты, изучающих дисциплину «Инженерная графика» и «Инженерная и компьютерная графика» во 2, 3 и 4 семестрах.

Разработано на кафедре инженерной графики.

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2013

\*\*\*

Учебное пособие разработано на кафедре «Инженерная графика» и предназначено для выполнения практических и лабораторных работ по дисциплинам **«Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика»**. Оно является частью учебно-методического комплекта по дисциплинам общепрофессионального цикла специальностей: 1500400 **Металлургия**, 150700 **Машиностроение**, 152200 **Наноинженерия** 151600 **Прикладная механика**, 160100 **Самолетостроение**, 160400 **Ракетные транспортные системы**, 221400 **Управление качеством**, 221700 **Стандартизация и метрология**.

Графические системы Adem, AutoCAD, КОМПАС–3D используются в учебном процессе как средства выполнения графических работ по инженерной графике. В данном пособии рассматриваются вопросы построения моделей и чертежей деталей и сборочных единиц на базе системы КОМПАС–3D.

Эта система включает в себя три основных компонента:

1. Систему трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС – 3D, предназначенную для создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц.
2. Чертежно-графический редактор КОМПАС – График, применяемый для автоматизации проектно-конструкторских работ.
3. Систему проектирования спецификаций, используемую для выпуска спецификаций и прочих табличных документов.

Пособие подразделяется на три бока, каждый из которых, в свою очередь, состоит из нескольких тематических частей, содержащих примеры и подробные указания, соответствующие тематике занятия согласно рабочей программе курса. Такая структура пособия обусловлена различным количеством часов, отведенным на изучение дисциплины, в учебных планах специальностей.

### **Блок 1. Построение чертежей в КОМПАС-График. Быстрый старт.**

(автор И.В. Мурачева). Изложение **«Уроков»**, входящих в данный блок, максимально упрощено и конкретизировано, пошаговая подробная подача материала дает возможность в кратчайшие сроки ознакомиться с методами работы в системе КОМПАС-График и приобрести необходимые навыки построения чертежа. Выполнение работ рассчитано на 20 часов.

**Блок 2. Создание конструкторских документов** (автор В.Н. Гаврилов). **«Уроки»**, представленные в этом блоке выполняются студентами параллельно с практическими занятиями. Они играют роль иллюстрации и инструментальной поддержки этих занятий. Содержание уроков охватывает все разделы графики от начертательной геометрии до получения чертежа из твердотельной модели. Рассмотрены также способы получения текстовых документов в системе КОМПАС. Выполнение работ рассчитано на 20 часов.

**Блок 3. Автоматизация построения чертежа** (автор Н.В. Савченко) состоит из четырех частей, каждая из которых содержит краткое изложение теоретических вопросов по соответствующим темам курса и инструкции к лабораторным работам.

**Часть 1. «Введение в КОМПАС-График»** из четырех лабораторных работ по плоскому моделированию, позволяющих освоить методику создания «фрагмента» и «чертежа» (термины, применяемые в системе КОМПАС). Выполнение работ рассчитано на 16 часов.

**Часть 2. «Работа с прикладными библиотеками КОМПАС-3D»** состоит из двух лабораторных работ. На примере чертежа болтового соединения и трехмерной модели вала студенты осваивают методику применения прикладных библиотек для получения чертежей и объемных моделей. Выполнение работ рассчитано на 12 часов.

**Часть 3. «Объемное моделирование деталей в системе КОМПАС-3D»** предлагает студентам познакомиться с основными операциями по созданию в КОМПАС-3D объемных моделей деталей и возможности их редактирования. Она состоит из семи лабораторных работ, которые дают возмож-

ность изучить способы построения твердотельных моделей деталей различной формы, моделей сборочных единиц, а также методику получения чертежей по 3D модели. Выполнение работ рассчитано на 24 часа.

**Часть 4. «Выполнение сборочного чертежа в системе КОМПАС – 3D»** посвящена вопросу создания конструкторской документации по объемной модели сборочной единицы и содержит примеры создания трехмерных сборок и построения на их основе сборочных чертежей и спецификаций.

Навыки, приобретенные в процессе изучения системы КОМПАС, используются в дальнейшем при выполнении домашних заданий и курсовых проектов. Также это пособие может быть полезно студентам других специальностей и слушателям курсов повышения квалификации.

И.В. Мурачева

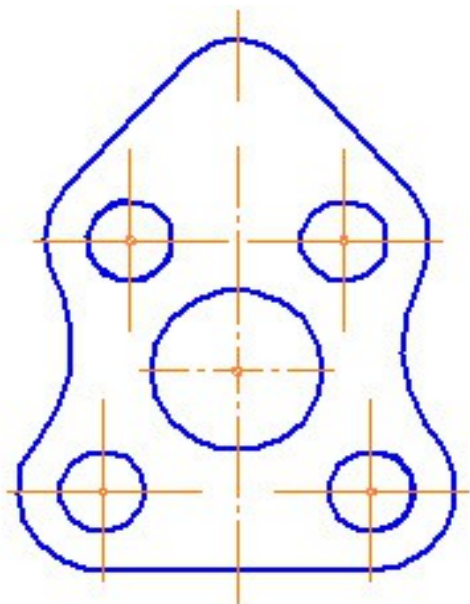
## **ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА В КОМПАС-График.**

### **Быстрый старт**

#### ***Краткое содержание лабораторных работ***

по дисциплинам «Инженерная графика», «Инженерная и  
компьютерная графика»

для специальностей 1500400 **Металлургия**,  
150700 **Машиностроение**,  
152200 **Наноинженерия**





«Уроки» являются методическим материалом по изучению чертёжно-графического редактора системы «КОМПАС-3D V12» в части построений 2D-изображений.

Изложены основные средства построения изображений, рассмотрены приёмы создания компьютерных чертежей деталей в системе КОМПАС-График.


Предназначены студентам для выполнения лабораторных работ по курсу «Компьютерная графика», а также для самостоятельного изучения системы.

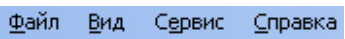

## Урок 1








**Цель урока** Приобретение знаний и навыков построения плоских геометрических моделей графическом редакторе системы КОМПАС-3D V12

### 1. Создание графической информации.

#### 1.1. Вход в систему и выход из неё.

Для входа в систему дважды быстро нажмите указателем на ярлык , расположенный на рабочем столе.

При этом в верхней части экрана монитора появляются линейка «Основного меню»  и кнопки «Стандартной панели» , на которой расположены кнопки вызова команд стандартных операций с файлами и объектами.

Чтобы начать строить изображение, нужно, - при создании нового документа, - указать курсором в виде стрелки на кнопку  - «Создать новый документ» на «Стандартной панели». Из появившегося на экране окна выбрать  - «Чертёж» или  - «Фрагмент» (отличается от [чертежа](#) отсутствием объектов оформления - рамки, основной надписи). Можно также нажать на кнопку , расположенную справа от , и из появившегося списка выбрать название нужного документа. Если нужно продолжить работу над ранее созданным и сохранённым документом, то указать нужно на кнопку  - «Открыть» на той же панели или вызвать команду  - «Открыть».

В появившемся на экране стандартном диалоге открытия файлов выберите тип документа, а затем укажите нужное имя файла.

Чтобы закончить сеанс работы с КОМПАС-3D V12, вызовите команду «Файл» — «Выход».

Если в открытом документе не были сохранены изменения, появится запрос на его запись. Если документ сохраняется впервые, появится диалог для ввода имени файла и пути для записи.

При нормальном завершении работы КОМПАС-3D V12 запоминает свое состояние (открытый документ, размер его окна, текущие вид и слой,

масштаб отображения, шаг курсора и ряд других параметров). Эти данные сохраняются в специальном файле, и при следующем запуске система восстанавливает то состояние рабочей среды, которое было при выходе из предыдущего сеанса.


Для выхода из системы КОМПАС-3D V12 необходимо нажать указателем на поле **«Заккрыть»** (в виде крестика в правом верхнем углу экрана) оконного меню.


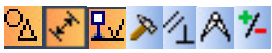
## 1.2 Панели кнопок


Вариант расположения на экране панелей кнопок показан на **Рис.1**.

Создайте новый **«Фрагмент»** так, как описано выше.

Цвет экрана изменился. Белое прямоугольное поле с изображением на нём осей координат - это рабочее поле чертежа, на котором производится пользователем создание графической и текстовой информации в режиме диалога с системой.

На экране появилась панель **«Вид»** , расположенная выше рабочего поля экрана, на ней расположены кнопки вызова команд настройки отображения активного документа, ниже этой панели расположена панель **«Текущее состояние»**

, на которой отображаются параметры текущего состояния активного документа. Слева от рабочего поля расположены кнопки **«Компактной панели»** - (кнопки переключения **«инструментальных панелей»**). 


Ниже этого блока кнопок — кнопки **«Инструментальной панели геометрии»** - при нажатой по умолчанию кнопки  на **«Компактной панели»**.

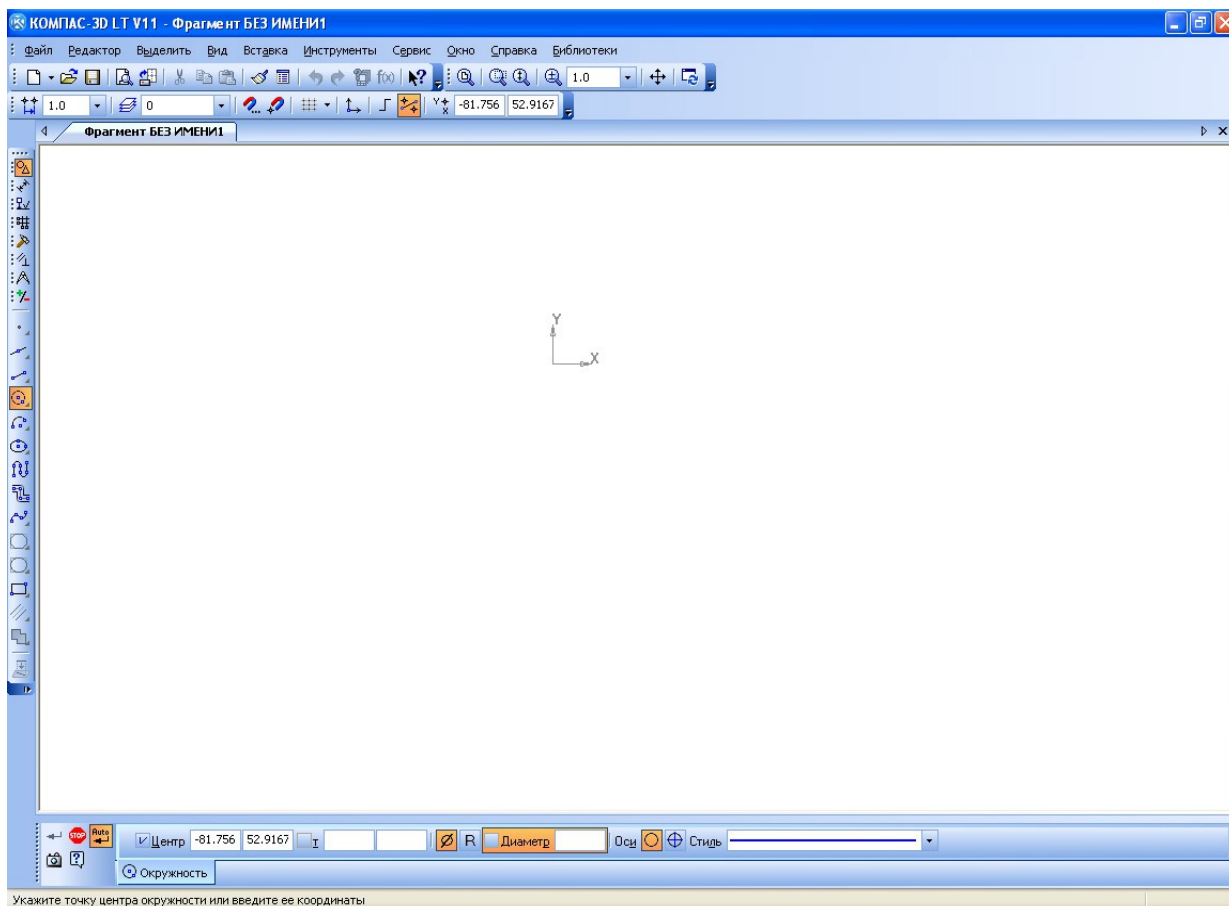
В нижней части **Главного окна системы** расположена **«Строка сообщения»**, куда выводятся подсказки и запросы системы, относящиеся к выполнению текущей команды или к тому элементу рабочего окна, на который указывает курсор, например, на **Рис.1** её содержание следующее: «Укажите точку центра окружности или введите её координаты», этот запрос системы

является следствием полученной команды **«Ввод окружности»**.

Сейчас система находится в режиме ожидания действий пользователя.

Вернуться в режим ожидания из любого режима можно, нажав на **«Esc»**.

Сохранить произведённое изображение можно обратившись к **Файл** **«Основного меню»** или  - сохранить текущий документ.



**Рис.1**



### **1.3. Управление курсором**


Указатель (курсор) изменил свой вид со стрелки на перекрестие.

Курсор – это главный инструмент при работе в системе КОМПАС-3D V12, с помощью курсора можно вызывать команды, чертить и редактировать изображения, указывать точки, линии и т.д.

Основной способ управления курсором - это его перемещение с помощью устройства «мышь» в произвольном направлении.

Можно также перемещать курсор с помощью клавиш со стрелками вверх-вниз, вправо-влево, в этом случае перемещение будет не произволь-


ным, а в соответствии с текущим шагом курсора, указанным в панели **«Текущее состояние»**. Изначально шаг перемещения курсора в любом направлении при однократном нажатии клавиши со стрелкой равен 1мм. Для изменения шага курсора используется специальное поле в панели **«Текущее состояние»**. - между  и .

Чтобы задать новое значение шага нужно указать на это поле и нажать левую клавишу «мыши», а затем, набрав на клавиатуре необходимое число, ввести его (**«Enter»**). Можно также нажать на кнопку  (правее поля для числа) и выбрать значение из предлагаемого списка значений, указав его курсором.

Попробуйте ввести несколько значений шага перемещения курсора и вернитесь к его исходному значению - 1мм.

## 1.4. Техническое рисование

Под рисованием понимается создание графической информации без точного соблюдения размеров создаваемых элементов.

Чтобы начать рисовать, необходимо включить **«Инструментальную панель геометрии»**, нажав на кнопку  блока кнопок **«Компактной панели»** (панели переключения).

**«Инструментальная панель геометрии»** - содержит кнопки команд ввода геометрических объектов. 

Кнопки сгруппированы по типам объектов, ввод которых они вызывают (например, группа кнопок для ввода точек, группа кнопок для ввода окружностей и т.д.). На инструментальной панели геометрии видна только одна кнопка из группы. Для того, чтобы увидеть остальные кнопки группы и выбрать одну из них, нужно нажать на видимую кнопку группы и не отпускать клавишу мыши. Через секунду рядом с курсором появится панель, содержащая остальные кнопки для вызова команд построения выбранного объекта (**«Расширенная панель команд»**). По-прежнему не отпуская клавишу мыши, необходимо переместить курсор на кнопку вызова нужной ко-



манды, а затем отпустить клавишу мыши. При этом выбранная кнопка появляется на **«Инструментальной панели геометрии»**, а соответствующая ей команда будет активизирована.

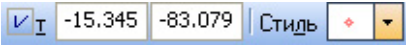
Кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд, помечены маленьким чёрным треугольником в правом нижнем углу кнопки.

Рисование любого из базовых графических элементов, представленных на **«Инструментальной панели геометрии»**, осуществляется последовательным вызовом соответствующего элемента, типа линии, которой он должен быть изображён, и, если нужно, типа штриховки, указанием места положения характерных точек элемента на рабочем столе, и введением этой информации в память ПЭВМ.

Рисование прерывается, если нажать на клавишу **«Esc»** или другую кнопку меню.

### Нарисуем точку.



Для этого необходимо на **«Инструментальной панели геометрии»** нажать кнопку , а затем на рабочем поле курсором указать место положения точки, нажав на левую клавишу «мыши». Отодвинув курсор, увидите на экране изображение точки. Оно может быть разным - в виде точки, или круга, или креста и т.д. Вид её изображения зависит от выбранного пользователем **«Стиля»** изображения, который можно выбрать, указав на .


**«Панели свойств»** , появившейся на экране ниже рабочего поля. На этой панели отображаются все параметры создаваемых объектов. Можно стиль точки выбрать по-другому – нажав на правую клавишу «мыши» и вызвать диалог выбора стиля изображения. На экране появится контекстное меню, указав на строку «стиль точки», получим варианты возможных отображений, укажем на нужный и завершим выбор - **«ОК»**.

Чтобы ввести изображение построенной точки в память ПЭВМ, нужно

нажать на **«Панели специального управления»** , расположенной ниже




рабочего поля экрана, кнопку  - «Создать объект», а затем кнопку  - «Прервать команду».



Отменить последнее действие можно нажав на кнопку  «Стандартной панели».


Нарисуйте несколько точек, применив разный стиль отображения.

Очистите рабочее поле. Для этого вызовите команду «Редактор» «Основного меню», в появившемся списке возможных команд укажите «Удалить», затем - «Всё».


### Нарисуем отрезок прямой линии.


На «инструментальной панели геометрии» нажмём кнопку  - «Отрезок», выберем *стиль* линии (аналогично выбору стиля точки) затем укажем на рабочем поле последовательно положение двух точек - концов отрезка.




Чтобы ввести изображение нарисованного отрезка в память ПЭВМ нужно нажать на кнопку  - «Создать объект», а затем кнопку  - «Прервать команду».

Для изменения стиля уже созданного отрезка нужно поставить курсор на отрезок и дважды быстро нажать на левую клавишу «мыши», выделив отрезок таким образом, а затем выбрать новый стиль линии и вновь -  - «Создать объект» и нажать на левую клавишу «мыши».

Нарисуйте несколько отрезков с разными по стилю линиями, затем измените этот стиль на другой.


Обратите внимание на вид кнопки . В правом нижнем углу изображён чёрный треугольник, значит нажав на эту кнопку, можно вызвать «Расширенную панель кнопок».

Нажмите на эту кнопку и не отпуская клавишу «мыши» переместите курсор на кнопку . Команда «Перпендикулярный отрезок» позволяет начертить один или более отрезков перпендикулярных заданному отрезку.



Для построения необходимо курсором указать на полечертежа прямую линию, к которой нужно провести перпендикулярный отрезок, а затем по двум точкам построить сам отрезок. В «*Строке сообщений*» будет появляться подсказка пользователю для последующих действий. Далее  - «создать объект» и  - «прервать команду». На этой же расширенной панели нажмите кнопку  - команда «параллельный отрезок» и, следуя подсказкам, выводимым системой в «*Строку сообщений*», постройте несколько таких отрезков разными стилями линий, нарисуйте перпендикулярные им и параллельные отрезки и введите в память ПЭВМ.

Очистите рабочее поле.

### Нарисуем окружность.


На инструментальной панели выберем  - «Ввод окружности». По этой команде можно построить **окружность с указанным центром, проходящую через указанную точку**.

Указываем на поле чертежа две точки - центр и любую другую точку, - она будет лежать на окружности.


Выбираем **тип линии** изображения - известным способом. Изобразить окружность можно **с осями** или **без осей**, для этого на «*Панели свойств*» нужно нажать на одну из кнопок  . Можно поступить по-другому. Нажать на **правую** клавишу «мыши» и, в появившемся на рабочем поле контекстном меню, указать на «**отрисовать оси**», выделив эту функцию. В этом же меню можно выбрать и стиль линии.

Эта кнопка  также является *Расширенной панелью команд*.

Узнать, какая функция закреплена за любой кнопкой, можно, расположив курсор на интересующей кнопке и, не нажимая на неё, дождаться контекстной подсказки.

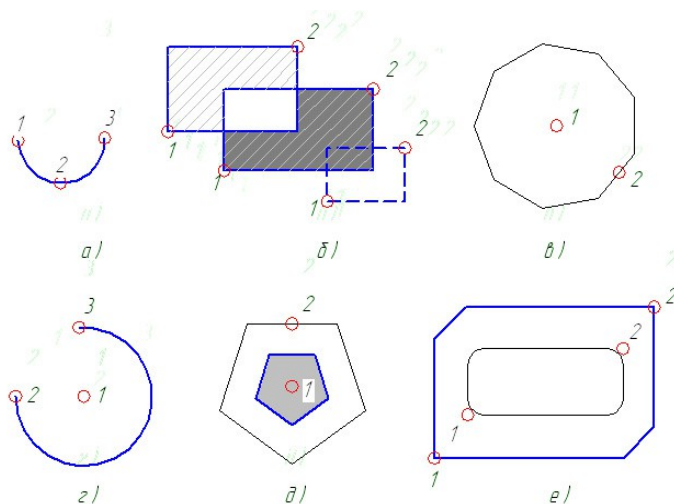
Нарисуйте несколько окружностей, используя «*Расширенную панель кнопок*» .

Затем очистите рабочее поле, нажав указателем на поле «**Заккрыть**» (в



виде крестика в правом верхнем углу рабочего поля) «**Основного меню**», и откройте новый документ - «**фрагмент**».




Теперь последовательно нарисуйте геометрические фигуры примерно так, как показано на **Рис.2**.





Цифры на рисунке означают последовательность нанесения точек на рабочее поле при рисовании контура.






**Рис.2**

Сначала изобразите дуги окружностей, вызвав команду «Дуга»  на «**Инструментальной панели геометрии**» . Один способ построения - по трём точкам, лежащим на дуге окружности (**Рис.2 а**), а второй способ - по трём точкам, одна из которых является центром окружности, а две других лежат на дуге окружности (**Рис.2 г**), используя «**Расширенное меню**». При этом обратите внимание на то, что дугу система рисует только в направлении «**против часовой стрелки**» (**Рис.2 а, г**).

Затем нарисуйте прямоугольники с помощью кнопки команды  (**Рис.2 б**). Части площади заполните штриховкой и плотно закрасьте. Это можно выполнить, нажав на кнопку  - «**Штриховка**» и на кнопку  - «**Заливка**» из «**Расширенного меню**», и выбрав нужный заполнитель и следуя подсказкам системы указать область, подлежащую заполнению. Обратите внимание на то, что контур может быть заполнен штриховкой или заливкой, если стиль линии этого контура - «**основная**». Убедитесь в этом, попытавшись заштриховать прямоугольник, контур которого штриховая линия.

Многоугольники  рисуют по двум точкам, используя «*Расширенное меню*» . При рисовании многоугольников необходимо на «*Панели свойств*» указать **количество вершин** многоугольника, а также **стиль линии** (Рис.2в,д). При рисовании пятиугольников (Рис.2 д) нарисуйте внешний пятиугольник по двум точкам, а внутренний - используя кнопку  - «**Построение эквидистанты**» (параллельного контура), следуя подсказкам системы, а затем закрасьте «**заливкой**» - .

На (Рис.2 е) нарисованные контуры получены из прямоугольников с помощью кнопок команд  - «**Фаска на углах объекта**» и  «**Скругление на углах объекта**». Для изменения формы прямоугольника достаточно нажать на соответствующую кнопку, ввести в «*Панель свойств*» значение фаски или радиуса скругления и указать вершины прямоугольника.


Сделайте запись в «**файл**» – вызовите команду  «*Основного меню*» и «**Сохранить как**», имя фрагмента «**Фрагмент Рис 2.1.**»

Очистите рабочее поле: - «**Редактор**» «*Основного меню*», «**Удалить**», «**Всё**».

## Урок 2


**Цель урока.** Научиться выполнять различные преобразования с плоскими геометрическими моделями в системе КОМПАС-3D V12.

### **2.1 Выделение геометрических объектов**



На прошлом уроке был записан «**Фрагмент Рис 2\_1**» в файл. Выведите информацию из него на экран по маршруту:  «*Основного меню*» - «**Открыть**» - «**Папка**» - «**Имя**» - «**Тип файлов**»- «**Открыть**».


Для работы с одним или несколькими из числа всех геометрических объектов, находящихся на рабочем поле, в системе предусмотрена возможность их выделения различными способами. Возможность выделения появляется при активизации «*Инструментальной панели выделения*»





, нажатием на кнопку  «*компактной панели*», а также, после вызова команды «**Выделить**» «*Основного меню*».


Большинство кнопок «*Инструментальной панели выделения*» являются «*Расширенными панелями команд*». Эти кнопки помечены маленьким чёрным треугольником в правом нижнем углу кнопки. Кнопки сгруппированы по способам выделения и исключения, например, группа кнопок для выделения/исключения по стилю кривой. На панели отображается только одна кнопка из группы. Чтобы увидеть другую кнопку, нужно нажать на видимую кнопку группы и не отпускать кнопку мыши.

Выделим на **Рис.2,а** дугу окружности командой «**Выделить объект указанием**», для этого нажмём на кнопку  «*Инструментальной панели выделения*» и, следуя запросу системы, появившемуся на «*Панели свойств*», укажем объект для выделения (установим курсор на объект и нажмём левую клавишу «мыши»). Если мы захотим добавить к выделенной дуге вторую дугу (**Рис.2,г**), то нужно нажать на клавиатуре кнопку «Shift» и, удерживая её, указать вторую дугу. В результате этих действий изменился цвет объектов – он стал зелёным, - значит объекты выделены. Прервём команду выделения, нажав на кнопку . Теперь с выделенными объектами можно выполнять различные необходимые действия, например, перемещать по рабочему полю, копировать и т. д. Чтобы отменить выделение, нужно нажать на левую клавишу мыши. Аналогично выполняется выделение командой «*Основного меню*» «**Выделить**».

Выделим объекты на **Рис.2,б** и **Рис.2,е** «**Рамкой**». Для этого нажмём на кнопку  «*Инструментальной панели выделения*» и, следуя запросу системы, нарисуем прямоугольник по двум точкам так, чтобы выделяемое изображение **Рис.2,б** оказалось внутри прямоугольника, затем нарисуем другой прямоугольник, чтобы, чтобы выделяемое изображение **Рис.2,е** оказалось внутри прямоугольника. Прервём команду вы-

деления, нажав на кнопку . Чтобы отменить выделение, нужно нажать на левую клавишу мыши. Аналогично выполняется выделение командой «*Основного меню*» «**Выделить**».

Дублирование команд выделения позволяет выделять объекты при активном других «*Инструментальных панелях*», так, например, выполняя геометрические построения (при включённой «*Инструментальной панели геометрии*» ) , можно выделять объекты командой «**Выделить**» «*Основного меню*».

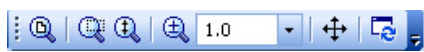
Попробуйте самостоятельно командой  «**Выделить текущей ломаной**» выделить на **Рис.2,б** верхний и нижний прямоугольники, используя «*Расширенную панель команд*».

## 2.2. Конформные преобразования


**Конформными** называют такие преобразования, которые не изменяют топологии геометрической модели. К ним относятся, в частности, **сдвиг (перенос), поворот, масштабирование, копирование.**


### 2.2.1 Настройки отображения активного документа


Иногда при работе с изображениями бывает необходимо **приблизить** или **отдалить**, **увеличить** или **уменьшить** с целью просмотра их на рабочем поле. Это можно выполнить, применив команды панели «*Вид*»



, на которой расположены кнопки вызова команд настройки отображения активного документа:


 - «**Приблизить/отдалить**» - нажав на эту кнопку, можно приблизить или отдалить изображение на рабочем поле - аналог движения колёсика «мыши» вперёд/назад;


 - «**Показать всё**» - с помощью этой кнопки можно вернуть изображение к исходному виду (показать документ полностью);

 - «**Увеличить масштаб рамкой**» - за этой кнопкой закреплена операция увеличения масштаба изображения, находящегося внутри прямо-



угольника (рамки), нарисованного пользователем – в этом случае на рабочем поле отображается только то, что попало в поле рамки;


 - «Текущий масштаб» - справа от этой клавиши расположено поле, на которое выводится системой текущий масштаб изображения. Величину масштаба можно задать, введя её с клавиатуры.


 - «Сдвинуть» - если нажать на эту кнопку, а затем указать курсором на какой-либо объект на рабочем поле и, не отпуская клавиши «мыши», переместить курсор, то вместе с курсором переместится и указанное изображение.

Проделайте описанные операции с изображениями **Рис.2**

### 2.2.2. Работа с отдельными объектами.



По командам, описанным выше, система работает сразу со всеми изображениями, находящимися на рабочем поле.

Чтобы выполнять какие-либо преобразования с отдельными объектами, расположенными на одном рабочем поле, необходимо **выделить** нужный объект, а затем воспользоваться **«Инструментальной панелью редактирования»**, кнопка вызова которой, , расположена на **«Компактной панели»**.


**«Инструментальная панель редактирования»** - панель, на которой расположены кнопки вызова команд редактирования геометрических объектов.  - сдвига, поворота, масштабирования, симметрии, копирования, деформации сдвигом, усечения кривой, разбиения кривой и очистки области соответственно.

Эти операции можно так же выполнить воспользовавшись **«Редактором» «Стандартной панели»**.


Проделаем поочерёдно некоторые операции редактирования с изображением **Рис.2,д**.

Сначала выделим **пятиугольники** командой **«Выделить вне рамки»** (кнопка , **«Инструментальной панели выделения»** ), при этом будут выделены все объекты снаружи от прямоугольной рамки, или командой **«Выделить» «Стандартного меню»**, а затем удалим выделенные объекты - команда **«Удалить», «Выделенные объекты»**.

### **«Сдвиг» выделенных объектов**

Активизируем **«Инструментальную панель редактирования»** кнопкой .


Выделим объекты (**Рис.2,д**) - нарисуем на рабочем поле прямоугольник так, чтобы всё изображение оказалось внутри него.

Вызовем команду **«Сдвиг»**, нажав на кнопку  панели. Система при этом может выполнить перемещение выделенного объекта по двум указанным пользователем точкам.

Обратим внимание на **«Строку сообщений»** (в нижней части **Главного окна системы**)


Система запросила указать **базовую точку**, - этой точкой может быть любая точка, указанная пользователем на рабочем поле, - укажем её, затем по запросу системы указываем новое положение базовой точки. Расстояние между указанными точками и есть величина перемещения выделенного объекта. Работая в режиме точных построений необходимо ввести координаты этих точек или величины сдвига по осям координат в соответствующие поля **«Панели свойств»**.

Выполните также **сдвиг** внутреннего пятиугольника, **сдвиг** «заливки» внутри него.


Кнопка  является **«Расширенной панелью команд»**, это значит, что есть другие варианты операции **«Сдвиг»**.

Эту же операцию можно проделать с использованием команды **«Редактор» «Стандартного меню»** и далее - **«Сдвиг», «Указанием»**.

Далее -  «Создать объект»,  - «Прервать команду» и, если нужно отключить выделение, нажать на левую клавишу «Мыши»

Помните, что отменить последнее действие можно кнопкой  «Стандартной панели».



### «Поворот» выделенных объектов

Если объект на рабочем поле всё ещё выделен и «Инструментальная панель редактирования» не отключена, то можно вызвать команду «Поворот» кнопкой . При этом система может выполнить поворот выделенного изображения вокруг указанной пользователем точки на заданный пользователем угол.


Обратим внимание на «Строку сообщений».

По запросу системы укажем **центр** - точку, вокруг которой будем поворачивать, а затем в соответствующее поле «Панели свойств» введём, набрав на клавиатуре, **числовое значение величины угла поворота**, например, 45° - («Enter»). Необходимо знать, что положительное значение величины угла определит поворот в направлении «против движения часовой стрелки». Работая в режиме точных построений необходимо ввести координаты центра в соответствующее поле «Панели свойств».

Эту же операцию можно проделать с использованием команды «Редактор» «Стандартного меню» и далее - «Поворот».

Далее -  - «Создать объект» и  - «Прервать команду».

### «Симметрия» выделенных объектов

При активной «Инструментальной панели редактирования» и выделенном объекте на рабочем поле вызываем команду «Симметрия» кнопкой . Система может построить изображение симметричное выделенному по двум указанным пользователем точкам (две точки определяют прямую – ось симметрии) или по одной указанной точке и заданному



углу (через эту точку пройдёт ось симметрии под заданным углом к горизонтальному направлению).

Следуя запросу системы укажем последовательно на рабочем поле две точки оси симметрии или одну точку и введём с клавиатуры в соответствующее поле **«Панели свойств»** числовое значение величины угла наклона оси. Работая в режиме точных построений необходимо ввести координаты точек в соответствующее поле **«Панели свойств»**.


Постройте последовательно изображение симметричное заданному на **Рис.2,д** относительно горизонтальной и вертикальной осей.

Эту же операцию можно проделать с использованием команды **«Редактор» «Стандартного меню»** и далее - **«Симметрия»**.

Проделайте эту операцию разными способами.



Далее -  - **«Создать объект»** и  - **«Прервать команду»**.

### **«Копирование» выделенных объектов**


При активной **Инструментальной панели редактирования** и выделенном объекте на рабочем поле вызываем команду **«Копирование»** кнопкой . При этом система может последовательно создать необходимое пользователю количество копий выделенного объекта. Для создания копии необходимо указать на рабочем поле две точки, расстояние между ними будет являться расстоянием между оригиналом и его копией и т.д. В режиме точных построений нужно также, как и при выполнении операции **«Сдвиг»**, ввести координаты этих точек или координату одной точки и величины относительных расстояний по осям координат до другой точки в соответствующие поля **панели свойств**.

Эту же операцию можно проделать с использованием команды **«Редактор» стандартного меню** и далее **«Копирование»**.

Постройте три копии пятиугольника.



Далее -  **«Создать объект»** и  - **«Прервать команду»**.

### «Масштабирование» выделенных объектов

При активной *«Инструментальной панели редактирования»* и выделенном объекте на рабочем поле вызываем команду **«Масштабирование»** кнопкой . Система изменит выделенное на рабочем поле изображение в соответствии с масштабным коэффициентом, вписанным пользователем в соответствующее поле *«Панели свойств»*. Если масштабный коэффициент меньше единицы, то в результате операции изображение уменьшится по сравнению с исходным, а если масштабный коэффициент больше единицы, то в результате операции изображение увеличится в соответствии с заданным коэффициентом, при этом можно вводить разные масштабные коэффициенты по осям координат **X** и **Y**.

Измените величины построенных копий, выбрав разные по величине масштабные коэффициенты.

Эту же операцию можно проделать с использованием команды **«Редактор» «Стандартного меню»** и далее - **«Масштабирование»**.

Далее -  - **«Создать объект»**,  - **«Прервать команду»** и отключить выделение, нажав на левую клавишу «Мыши».

## Урок 3

**Цель урока** Приобретение знаний и навыков построения чертежей плоских геометрических моделей, оформления чертежей, нанесения размеров, работы с текстом в графическом редакторе системы **КОМПАС-3D V12**.



### **3.1. Выбор формата чертежа.**

При создании чертежа для него применяется размер формата, установленный ГОСТом ЕСКД (Государственным стандартом Единой Системы Конструкторской Документации).


По умолчанию система выводит на рабочее поле формат А4(297×210).

В дальнейшем может возникнуть ситуация, когда содержимое чертежа не уместится на листе этого размера

Чтобы изменить текущий формат, необходимо выполнить следующие действия: вызвать команду **«Основного меню» «Сервис» — «Параметры...» — «Текущий чертеж» — «Параметры листа» — «Формат.»** В правой части окна диалога появятся элементы управления, позволяющие настроить формат (обозначение стандартного формата, его ориентацию – горизонтальную или вертикальную). Выбрав необходимый формат, заканчиваем диалог, нажав на кнопку **ОК**. Внешний вид документа немедленно будет изменен в соответствии с установленным форматом.

Создайте новый чертёж - , выберите тип нового документа - чертеж , задайте его формат (A3), следуя по указанному выше пути.

Сохраните этот (пока ещё пустой формат) в файл, имя которого связано с Вашей фамилией и номером упражнения, например: **«Иванов\_1»**.

К построению изображения можно приступить сразу же после выбора типа нового документа - чертежа - , задав его формат. При этом в системе КОМПАС-3D V12 чертёж автоматически формируется в так называемый **«Системный вид»** с масштабом 1:1, сообщение об этом выводится системой в строку, расположенную над рабочим полем.

### **3.2. Создание графической информации по заданным размерам.**

Чертёж в отличие от технического рисунка содержит изображения, выполненные с точным соблюдением размеров изображённых объектов. Чтобы чертить точно по заданным размерам необходимо эти размеры задавать, вводя их числовые значения в соответствующие поля **«Панели свойств»**, следуя запросам (подсказкам) системы, выводимым ею в строку **«Строку сообщений»**.

Выполните следующее упражнение:





### «Постройте изображение по образцу Рис.1»

Последовательность построения может быть следующей - сначала построим отмеченные точки **p1, p2, p3, p4, p5**, а затем фигуры прямоугольников и окружность по заданной величине диаметра.

Для построения любой точки необходимо поочерёдно набрать на клавиатуре числовые значения её координат и ввести их нажатием на левую клавишу «мыши» или на клавиатуре «Enter». Начало *абсолютной системы* координат находится в левом нижнем углу формата.

#### Построим точку p1.

Для этого сначала необходимо на «*Инструментальной панели геометрии*»  включить **режим построения точки** кнопкой , затем **выбрать стиль** отображения.

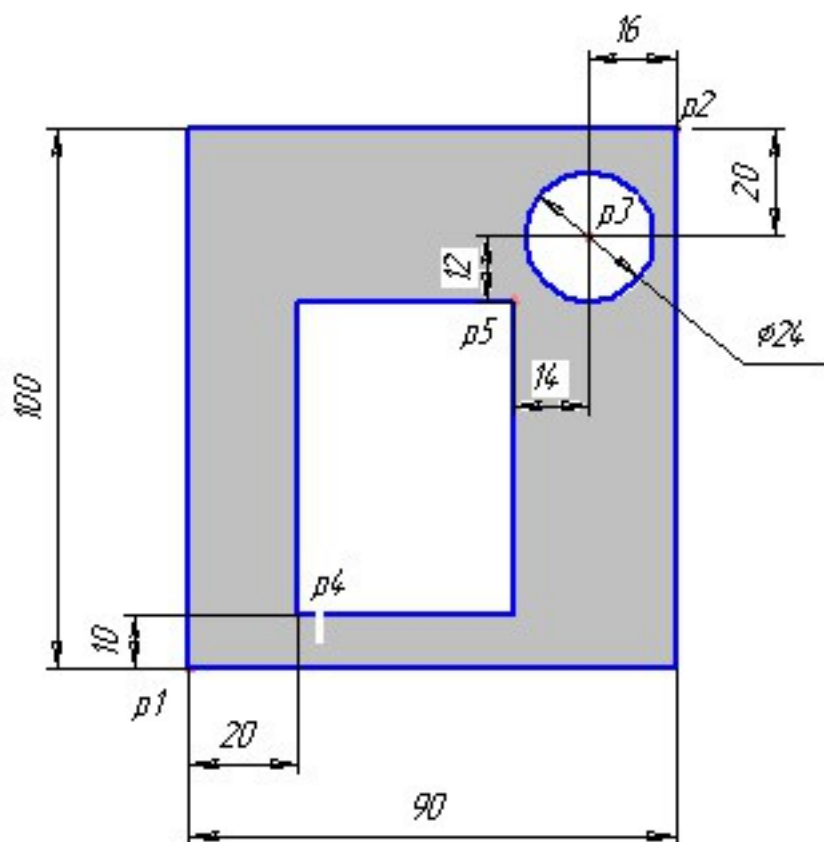



Рис 1.




Точку можно построить по-разному - либо задать произвольно координаты в *абсолютной системе* координат, либо, нарисовать её произвольно на рабочем поле, а затем установить в ней начало выбранной *относительной системы* координат (локальной системы координат). Для этого на панели «*Текущее состояние*» нажмём на кнопку  - «**Локальная система координат**», затем совместим центр появившейся на экране системы координат с построенной точкой и, дважды нажав на левую клавишу «мыши», зафиксируем её.

Второй способ предпочтительнее, так как теперь точка **p1** служит точкой отсчёта координат точек **p2** и **p4**. Координатами являются величины размеров, заданные на чертеже.

### Построим точки **p2** и **p4**.

Последовательно введём в соответствующие поля «*панели свойств*» координаты точек **p2** (90; 100) и **p4** (20; 10).



### Построим точку **p3**.



Чтобы не пересчитывать координаты этой точки относительно введённой локальной системы координат, начало которой установлено в точке **p1**, можно установить новую локальную систему координат в точке **p2** следующим образом: на панели «*Текущее состояние*» нажмём , затем в появившемся окне нажатием на кнопку  удалим предыдущую локальную систему координат и, нажав на соседнюю кнопку , введём новую систему в точке **p2**.



Далее введём в соответствующие поля «*Панели свойств*» координаты точки **p3** (-16; -20).



Построить точку **p5** можно в предыдущей локальной системе координат, получив координаты путём сложения размеров (-30; -32).



Далее -  - «Создать объект» и  - «Прервать команду».



Построим прямоугольники, для этого на «Инструментальной панели геометрии»  включим режим построения прямоугольника кнопкой , затем выберем стиль отображения линии контура на «Панели свойств» и, для внутреннего прямоугольника последовательно установим курсор в точках **p4** и **p5**, а большой (наружный) прямоугольник построим, установив курсор в точку **p1** и задав числовые значения его высоты (100) и ширины (90), введя их в соответствующие поля «Панели свойств».

Далее -  - «Создать объект» и  - «Прервать команду».

Построим окружность, для этого на «Инструментальной панели геометрии»  включим режим ввода окружности , установим курсор в точке **p3**, выберем стиль линии контура, введём в соответствующее поле «Панели свойств» числовое значение диаметра окружности – 24.

Далее -  - «Создать объект» и  - «Прервать команду».

Заполним цветом часть площади, для этого на «Инструментальной панели геометрии»  включим режим ввода «Заливки»  и укажем внутри большого прямоугольника любую точку.


Далее -  - «Создать объект» и  - «Прервать команду».

Закончив построение изображения заданного объекта, нанесём на чертёж размеры.

### 3.3. Нанесение размеров.




КОМПАС-3D V12 предоставляет пользователю разнообразные возможности простановки размеров: несколько типов линейных, угловых, радиальных, а также диаметральный, размер высоты и размер дуги


Кнопки вызова команд простановки размеров находятся на «Инстру-



*ментальной панели размеров»* , некоторые из них являются «*расширенными панелями команд*».


Вернёмся к Рис.1.


Нанесём линейные размеры с горизонтальными размерными линиями - 20, 90, 14, 16.

Активизируем *Инструментальную панель размеров»* , включим режим простановки «Линейного размера» - , на «*Панели свойств*» нажмём кнопку «Горизонтальный» размер - , на той же панели укажем курсором в пустое окно справа от «Текст». В появившемся на рабочем поле окне диалога найдём поле «Значение» и введём числовое «значение» размера, например, 20, затем - «ОК», - окно диалога закрылось, а введённое число появилось в соответствующем поле «*Панели свойств*». Далее, следуя подсказкам «*Строки сообщений*», укажем курсором на первую точку привязки размера – p1, затем – вторую точку – p2, затем укажем положение размерной линии с размерным числом, отведя курсор вниз, и зафиксируем положение, нажав на левую клавишу «мыши». Аналогично проставим остальные горизонтальные размеры 90, 14, 16.

Нанесём линейные размеры с вертикальными размерными линиями - 10, 100, 12, 20, для этого на «*Панели свойств*» нажмём кнопку «Вертикальный» размер - , а далее следуем по маршруту, описанному выше - поочерёдно вводим числовые значения размеров и указываем места положений размерных линий.



Нанесём размер диаметра окружности - 24. для этого на «*Инструментальной панели размеров»* , включим режим простановки «Диаметрального размера» - , на «*Панели свойств*» укажем «Тип» размерной линии - с двумя стрелками, введём известным способом числовое

значение диаметра, а затем выберем вариант расположения размерного числа - на полке справа. Для этого активизируем вкладку  «Панели свойств» и, указав на окно «Размещение текста», в появившемся меню выбираем вариант размещения размерного числа относительно размерной линии – «На полке, вправо», указанием курсора фиксируем выбор. Далее, следуя подсказкам системы, указываем курсором окружность (она окрашивается в красный цвет), при этом на чертеже появляется размерная линия, а затем указываем курсором на поле чертежа точку привязки полки размерной линии.

Далее -  - «Создать объект» и  - «Прервать команду».

Теперь остаётся обозначить на чертеже точки p1, p2, p3, p4, p5. для этого нужно включить режим работы с текстовой информацией.


### 3.4. Создание текстовой информации.

Команда «Текст» , кнопка вызова которой находится на «Инструментальной панели обозначений» , позволяет создать текстовую надпись в чертеже или фрагменте. Каждая надпись может состоять из произвольного количества строк. Ввод каждой строки заканчивается нажатием клавиши «Enter».

Можно создать несколько надписей за один вызов команды «Текст». Закончив ввод первой надписи, переместите курсор за пределы рамки ввода и нажмите левую кнопку мыши. Предыдущая надпись автоматически зафиксирована, а в указанном вами месте откроется новое поле ввода текста.


Можно изменить расположение текста, не прерывая команды. Для этого нужно вызвать из контекстного меню команду «Редактировать размещение». На «Панели свойств» появятся элементы «Точка привязки», «Угол» и «Размещение», и вы сможете задать нужное расположение текста. В поле «Угол» вводят угол наклона строк текста к оси X текущей системы координат. С помощью группы переключателей «Размещение» можно



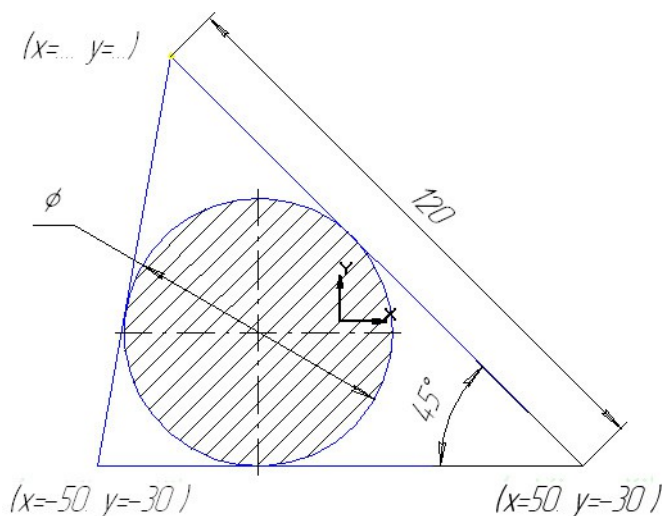
Завершив заполнение таблицы основной надписи, вызовите команду  - «Создать объект» или нажмите комбинацию клавиш «Ctrl» + «Enter».

Сохраните чертёж, записав его в файл.

### 3.6. Самостоятельное изучение «Инструментальной панели измерений» Выполнение упражнения

Самостоятельно постройте чертёж по образцу **Рис.3**, затем определите координаты верхней вершины треугольника и значение диаметра окружности, активизировав «Инструментальную панель измерений» . Введите измеренные значения в чертёж.

Сохраните чертёж, записав его в файл.



**Рис.3**



## Урок 4

**Цель урока** Приобретение знаний и навыков построения чертежей плоских геометрических моделей в графическом редакторе системы КОМПАС-3D V12.

### 4.1. Построение чертежа плоского контура по заданным размерам в соответствии с образцом Рис.1.

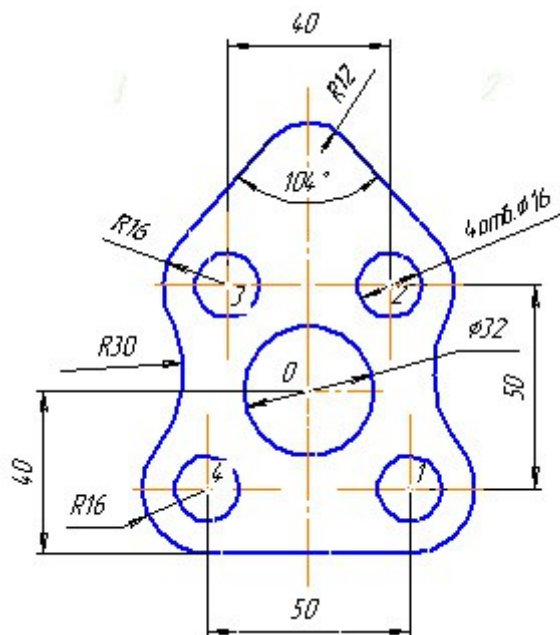


Рис.1

Выбрав формат А4, можно приступить к построению изображения. Последовательность построения изображений элементов этой модели может быть выбрана Вами самостоятельно. Возможный вариант предлагается следующий

1. Активизировав «**Инструментальную панель геометрии**» (🔧), приблизительно в середине рабочего поля чертежа построим точку (•) и поместим в неё начало системы координат (↗), эта точка будет центром окружности диаметра 32.

2. Построим окружность диаметром 32 с центром в начале координат.

Построим две окружности диаметром 16 и радиусом 16 с центрами в точке «1» с координатами  $X=25$ ,  $Y=-24$  (Рис.1,а).

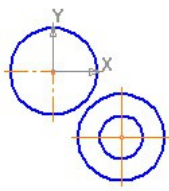


Рис.1,а

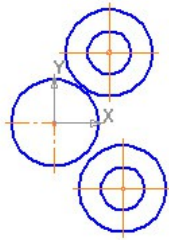


Рис.1,б

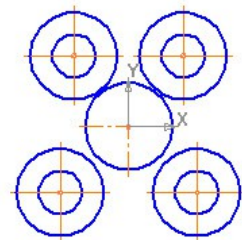



Рис.1,в

3. Выделив **«рамкой»** последние две окружности, скопируем их, поместив их центры в точку «2» с координатами  $X=20$ ,  $Y=26$  (Рис.1,б)

4. Выделив **«рамкой»** окружности с центрами в точках «1» и «2», построим симметричные им окружности относительно вертикальной линии, проходящей через начало координат - оси симметрии заданной модели. (Рис.1,в)

5. Построим две окружности радиуса 30, касательные к окружностям радиусов 16, воспользовавшись командой  - **«Окружность, касательная к двум кривым»**, кнопка вызова которой находится на *Расширенной панели команд* ввода окружностей. (Рис.1,г).

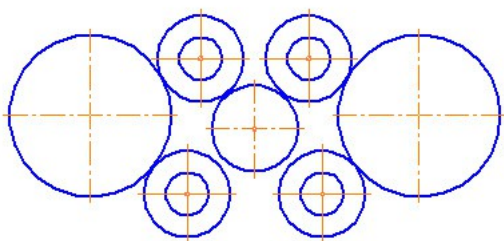


Рис.1,г

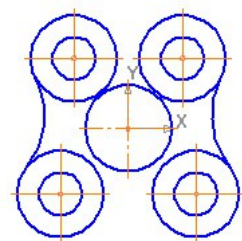





Рис.1,д

6. Удалим части этих окружностей (Рис.1,д), воспользовавшись командой  **«Усечь кривую»** *«Инструментальной панели редактирования»* , указав курсором на части дуг окружностей, подлежащих удалению.

7. Проведём отрезок прямой линии, касательный к двум наружным

окружностям, центры которых находятся в точках «1» и «4», воспользовавшись командой  «Отрезок, касательный к двум кривым», вызванной из «Расширенной панели команд» ввода отрезков. (Рис.1,е).

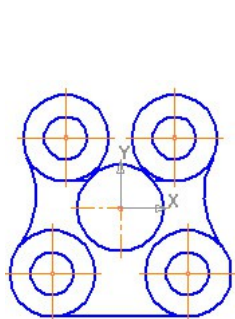


Рис.1, е

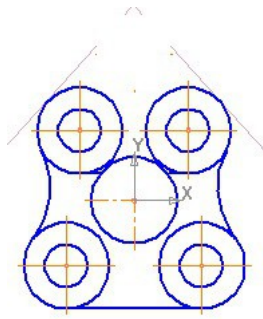


Рис.1,ж

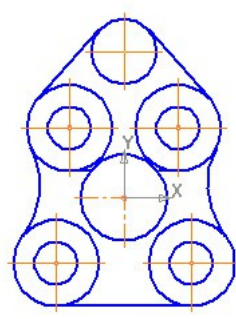


Рис.1,з

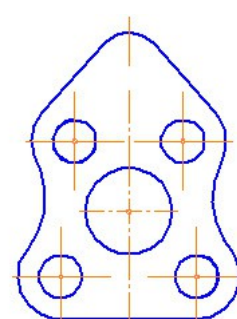





Рис.1,и

8. Построим прямые линии, расположенные под углом  $104^\circ$  друг к другу и касательные к внешним окружностям с центрами в точках «2» и «3». Для этого воспользуемся командой  - «Касательная прямая через точку на кривой», кнопка вызова которой находится на «Расширенной панели команд» команды «Вспомогательная прямая», и, следуя подсказкам системы, последовательно под углом  $38^\circ$  к окружности с центром в точке «3» и под углом и  $142^\circ$  к окружности с центром в точке «2» проведём вспомогательные прямые линии (Рис.1,ж).

9. Далее построим окружность радиусом 12, касательную к этим прямым  - «Окружность, касательная к двум кривым», кнопка вызова которой находится на «Расширенной панели команд» ввода окружностей.

Построим отрезки прямых линий, касательные к построенной окружности радиуса 12 и внешним окружностям с центрами в точках «3» и «2» командой  «Отрезок, касательный к двум кривым», вызванной из «Расширенной панели команд» ввода отрезков и удалим вспомогательные прямые линии. (Рис.1,з).

10. Удалим лишние части дуг внешних окружностей с центрами в

точках «1», «2», «3», «4» командой  «Усечь кривую» «*Инструментальной панели редактирования*» , (Рис.1,и).

Затем перенесём систему координат на исходную позицию – в нижний левый угол формата.

Проведём соответствующим типом линий осевую линию изображения.

1. Нанесём на чертёж размерные линии.
2. Заполним таблицу основной надписи.
3. Сохраним чертёж в файл.

## Урок 5

**Цель урока** Приобретение знаний и навыков построения чертежей со взаимосвязанными плоскими проекциями геометрических моделей в графическом редакторе системы **КОМПАС-3D V12** Знакомство со структурой чертежа. «*Виды*» чертежа.

В КОМПАС-3D V12 существует два типа графических документов: основной — [чертеж](#) и вспомогательный — [фрагмент](#).

### **5.1. Структура чертежа. «Виды» чертежа.**

**Чертёж** — основной графический документ КОМПАС-3D V12. Чертёж хранится в отдельном файле специального двоичного формата (тип файла \*.cdw). Если ваша конструкторская документация состоит из нескольких листов, то они создаются и обрабатываются отдельно (в различных файлах).

Чертёж содержит один лист стандартного или пользовательского формата. Лист никак не связан с изображением, хранящимся в чертеже. Условно можно считать его лежащим в специальном *слое*, который

расположен поверх всех графических объектов. Поэтому при смене формата листа изображение, находившееся «под ним», остается на своем прежнем месте, а рамка чертежа и основная надпись сдвигаются

### 5.1.1 «Виды» чертежа.

Каждый чертеж КОМПАС-3D V12. состоит из «**видов**», технических требований (текста, расположенного над таблицей основной надписи чертежа), основной надписи и обозначения шероховатости неуказанных поверхностей детали (знака неуказанной шероховатости). Под «**видом**» **КОМПАС-3D V12-чертежа**. в дальнейшем будем понимать не обязательно какую-либо проекцию детали, являющуюся по своему содержанию изображением обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета в строго геометрическом толковании.

«**Вид**» КОМПАС-3D V12-чертежа.— составная часть чертежа, служащая «контейнером» для объектов: геометрии, обозначений, надписей и т.п., а также сами эти объекты. В одном «**виде**» КОМПАС-3D - чертежа могут формироваться как одно изображение (вид, разрез, сечение или выносной элемент), так и сразу несколько. В принципе, чертеж может состоять из одного-единственного «**вида**», который будет содержать все необходимые изображения, если это удобно при работе. Все изображение в «**виде**» можно масштабировать, перемещать и поворачивать целиком, как один объект. Это свойство «**вида**» делает его удобным инструментом [компоновки чертежа](#), поэтому каждое изображение на чертеже (вид, разрез, выносной элемент и т.п.) целесообразно размещать в отдельном «**виде**».

Итак, изображение в чертеже не может существовать вне «**вида**». Поэтому при создании нового чертежа в нем **автоматически** формируется специальный «**системный вид**», и вы можете немедленно приступить к вычерчиванию объектов в **масштабе 1:1**, которые будут помещаться в этот «**системный вид**».

Однако, если в чертеже требуется создать изображение в масштабе, отличном от 1:1, необходимо **сначала**, (т.е. до начала формирования изображения) создать так называемый **«новый вид»**, задав нужный масштаб. При этом изображение строят, задавая натуральные размеры, а масштабирование производится системой автоматически. При простановке размеров их действительные значения также будут определяться автоматически.

Иногда возникает необходимость изменения масштаба уже готового чертежа.

Например, на рис.1 масштаб **«вида»**, содержащего изображение втулки — 2:1. Чтобы уместить на листе технические требования (текст под чертежом), изображение нужно уменьшить. Для этого необходимо сменить масштаб **«вида»** на 1:1 (рис.2) (Чертить в масштабе 1:1 можно также в любом **«новом виде»**, а не только в **«системном виде»**).

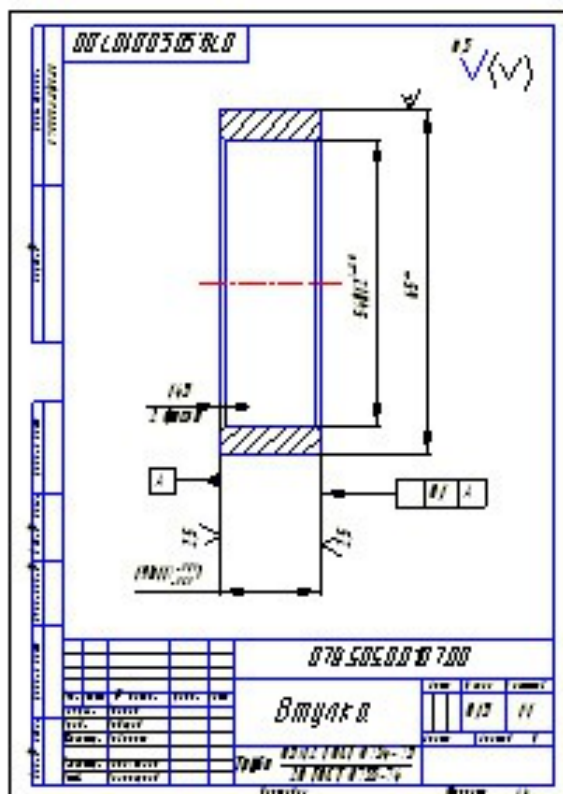


Рис.1

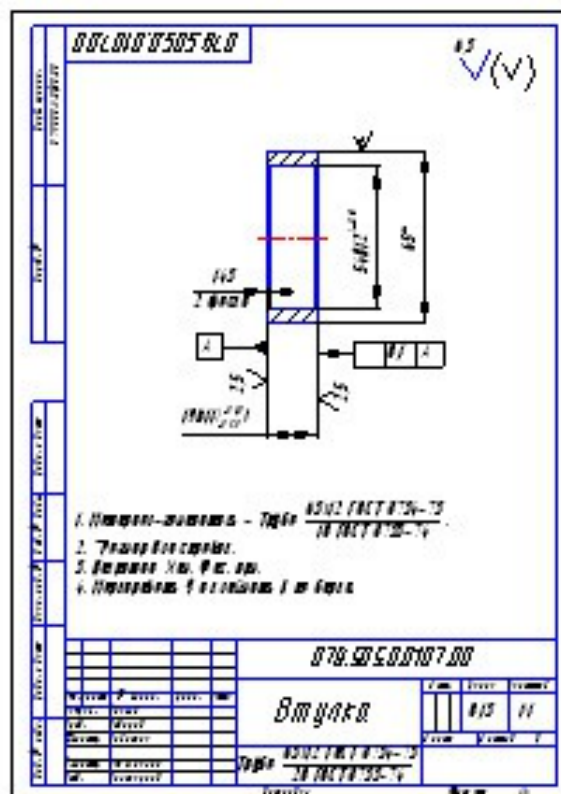


Рис.2



После смены масштаба геометрические объекты (отрезки, геометрические фигуры и т.п.), содержащиеся в «*виде*», перестроятся — уменьшатся в соответствии с заданным масштабом. В то же время, толщина линий, длина стрелок, высота шрифта в надписях, размеры знаков и т.п. не изменятся (В «*системном виде*» при масштабировании изменятся и величины стрелок размерных линий и величина шрифта в соответствии с заданным масштабом) Значения размеров также останутся прежними.

Поэтому, при работе в КОМПАС-3D настоятельно рекомендуется разбивать всю графическую информацию в чертеже на «*виды*», размещая каждое изображение в отдельном «*виде*». Такой подход дает следующие преимущества.

- Получение изображения в различных масштабах без ручного пересчета размеров — он производится автоматически.
- Удобство компоновки изображений на листе чертежа: - каждый «*вид*» можно масштабировать, перемещать и поворачивать целиком, как один объект.

Размещение изображений в отдельных «*видах*» заметно ускоряют создание сборочных чертежей, чертежей крупных объектов, насыщенных чертежей.

Во фрагменте разбиение изображения на «*виды*» невозможно, так как фрагмент по своей сути аналогичен «*системному виду*» с масштабом 1:1

### 5.1.2.Создание нового вида.

Каждый «*вид*» нумеруется пользователем от «1» и т.д.

«*Системный вид*» имеет номер «0».

Положение каждого «*вида*» в системе координат чертежа (или абсолютной системе) определяется точкой привязки, углом поворота и масштабом, которые задаются пользователем.


Система координат «*нулевого вида*» совпадает с абсолютной



системой координат чертежа (начало координат находится в нижнем левом углу формата).

Чтобы создать **«новый вид»** необходимо в **«Основном меню»** указать **«Вставка»**, а затем в выпадающем меню указать **«Вид»**.

Сразу же после этого на **«Панели свойств»** появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры **«нового вида»** - номер **«вида»**, имя **«вида»** (ввод имени **«вида»** является необязательным, однако его наличие значительно облегчает поиск нужного **«вида»** при работе с документом), цвет, величину масштабного коэффициента, режим автоматического масштабирования изображения, начало системы координат (на экране появится условное изображение системы координат, установите его с помощью курсора в точку, которая будет началом системы координат **«нового вида»**, и зафиксируйте эту точку) и угол поворота **«вида»**.

Чтобы завершить создание **«нового вида»**, нажмите кнопку  **«Создать объект»** на **«Панели специального управления»**.

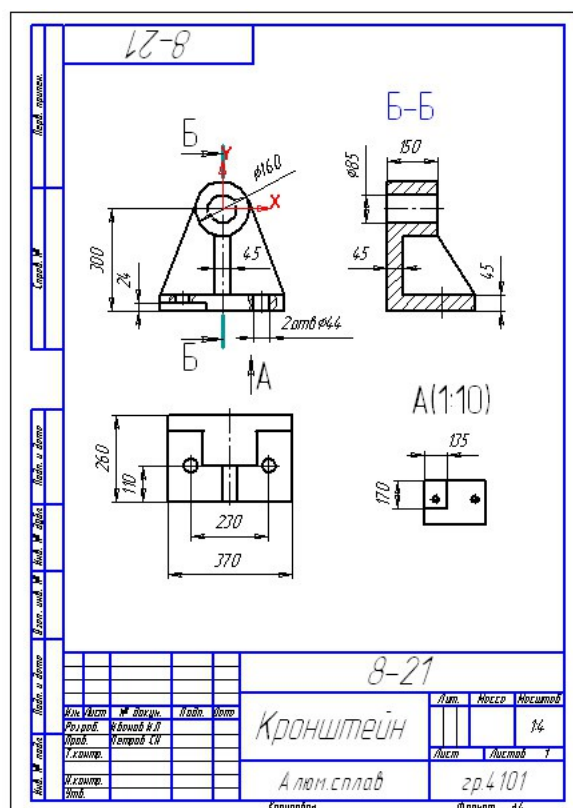


Рис.3

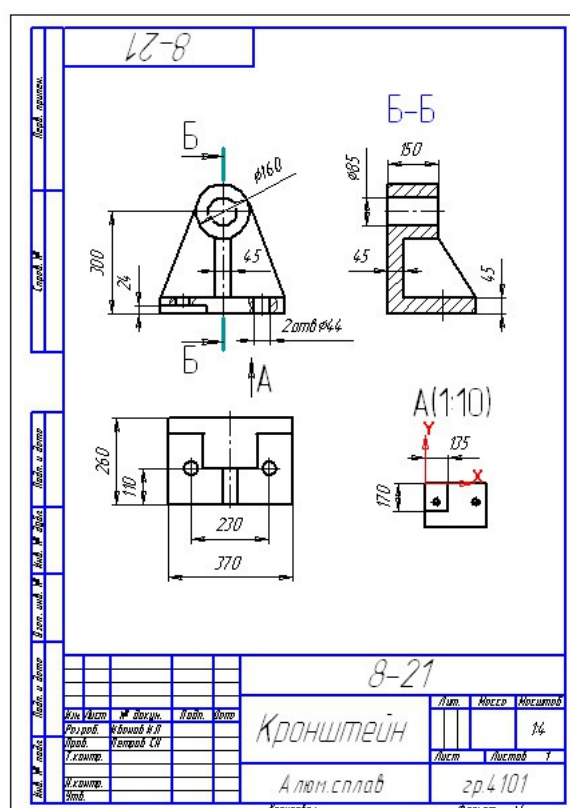


Рис.4

На чертеже кронштейна (рис.3) начало координат одного из

**видов--«вида1»**- установлено в центр окружностей фронтальной проекции детали. Этот **«вид1»** включает в себя три проекции – фронтальную (вид спереди), горизонтальную (вид сверху) и профильную (вид слева), начерченные в масштабе 1:4. На том же чертеже (рис.4) показано положение начала координат другого **вида - «вида2»**, включающего в себя одну единственную проекцию – вид снизу, начерченную в масштабе 1:10.

### 5.1.3 Редактирование **«вида»**

Командой **«Вид» «Основного меню»** можно вызвать **«Дерево построений»**, которое расположится слева от рабочего поля чертежа, на котором фиксируются все созданные пользователем **«виды»** чертежа

Чтобы перейти от одного **«вида»** к другому необходимо в поле **«Дерева построения»** указать необходимый **«вид»**, или в **«Основном меню»** указать **«Выделить»**, затем - **«Вид» - «Указанием»** или **«Выбором»**. Выделенный **«вид»** на чертеже изменит цвет на зелёный.

Чтобы изменить положение **«вида»**, выделите его, а затем переместите с помощью мыши в нужное место. Для этого установите курсор внутрь габаритной рамки **«вида»**, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская кнопку, перемещайте мышь. **«Вид»** будет перемещаться вслед за курсором. Когда нужное положение **«вида»** будет достигнуто, отпустите кнопку мыши.

Чтобы изменить масштаб **«вида»**, вызовите из его контекстного меню в **«Дереве построения»** команду **«Параметры вида»** нажатием на правую клавишу мыши. На **«Панели свойств»** появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры выбранного **«вида»**. Введите значение масштабного коэффициента в поле **«Масштаб вида»** на вкладке **«Параметры» «Панели свойств»**.

Аналогично при необходимости на этой же вкладке **«Параметры» «Панели свойств»** можно задать новый **«Угол поворота» «вида»**.

Для удаления **«вида»** нужно его предварительно выделить указанным выше способом.

Параметры системного вида недоступны для редактирования.

#### 5.1.4. Переключение между видами. Текущий вид

Если в редактируемом чертеже создано несколько **«видов»**, то при работе требуется оперативно переключаться между ними.



Среди всех **«видов»** чертежа один — и только один — имеет статус **«текущий»**, т.е. такой вид, в который записываются вновь создаваемые объекты.

**Текущим** можно сделать любой **«вид»**. для этого нужно в **«Основном меню»** указать **«Сервис»**, затем - **«Состояние видов»** - **«Менеджер документа»**.

Далее на **«Панели инструментов»**



**«Менеджера документа»**, нажмите

кнопку  - **«Дерево видов и слоев»**, затем выделите курсором нужный **«вид»**, сделайте его **текущим**, нажав кнопку  - **«Сделать текущим»**



**«Панели инструментов»** или щелкните мышью в ячейке **«Статус»** - .

На пиктограмме **«вида»** появится красная «галочка», показывающая, что **«вид»** является **текущим**.

На Рис.5 **«вид 1»** - **текущий** . Затем нажмите кнопку **«ОК» «Менеджера документа»**.

Созданный **«новый вид»** автоматически становится текущим. **«Вид»**, который был текущим перед этим, вернется в свое прежнее состояние

Однако существуют более быстрые способы выбора нового **текущего «вида»**

– Выберите или введите с клавиатуры номер или название нужного **«вида»** в поле  1  **«Текущий вид»** на панели «Текущее состояние» и он станет **текущим**.

– Выделите нужный **«вид»** в «Дереве чертежа» правой клавишей мыши

и вызовите из контекстного меню команду «Текущий».

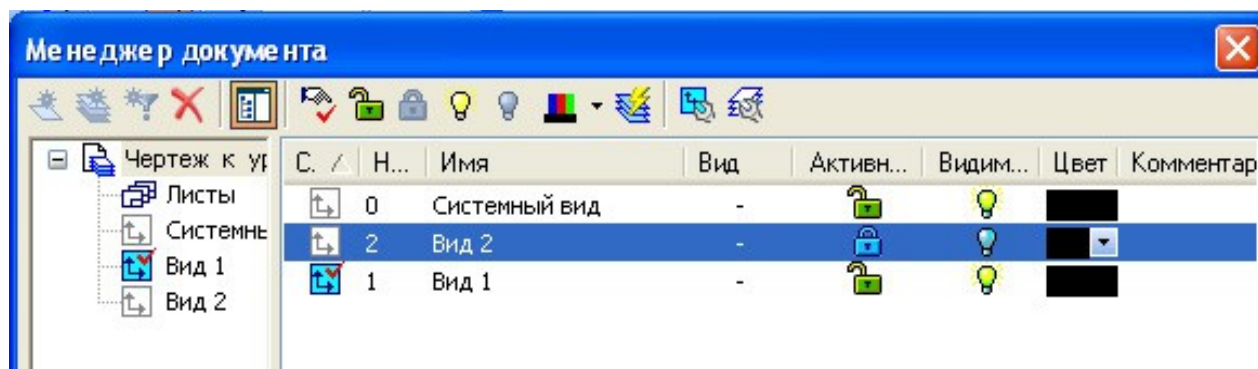



Рис.5

## 5.2. Выполнение чертежа детали.




Рассмотрим алгоритм построения чертежа, показанного на рис.9.:

1. Создаём новый чертёж .
2. Выбираем формат чертежа, оценив размеры детали и количество необходимых проекций - А4.

В данном случае необходимы четыре основные проекции – фронтальная, являющаяся видом спереди с местными разрезами двух отверстий диаметром 44, профильная – профильный разрез плоскостью «Б-Б», горизонтальная – вид сверху, и ещё одна горизонтальная проекция, являющаяся видом снизу «А», который из соображений экономии места на поле чертежа можно выполнить с меньшим масштабным коэффициентом, чем другие проекции.

3. Выбираем «**виды**» чертежа. В данном случае достаточно двух «**видов**» – первый будет содержать три проекции – фронтальную, профильную и горизонтальную (вид сверху), которые построим в одинаковом масштабе 1:4 (Рис.6), второй «**вид**» будет состоять из одной проекции – вида зу «А», построенного в масштабе 1:10. (Рис. 7).

4. Создадим первый «**вид**» - «**вид 1**» (см раздел 5.1.2.) (Рис. 6).
5. Теперь построим по заданным размерам сначала фронтальную проекцию детали, а затем и другие её проекции - горизонтальную (вид сверху) и профильную, используя вспомогательные прямые линии для соблюдения проекционной связи (Рис.6).

6. Сотрём вспомогательные линии.
7. Создадим второй «вид» - «вид 2» (см раздел 5.1.2.). (Рис.7).
8. Построим в «виде 2» вид снизу «А» в масштабе 1:10.
9. Переключаясь между видами, нанесём обозначения секущих плоскостей и изображений (видов, разрезов) – «А» (1:10), «Б-Б». Каждое обозначение вносим в своём «виде», предварительно выделив его (см. раздел 5.1.4.). Для нанесения обозначений нужно на «Инструментальной панели обозначений»  вызвать команды, соответственно, «Стрелка взгляда»  и «Линия разреза» .
10. Нанесём размеры на чертёж (размеры нужно задавать натуральные, а система сама их пересчитает в соответствии с заданным масштабом), На трёх проекциях – виде спереди, профильном разрезе «Б-Б» и виде сверху размеры проставляем в «виде 1» (Рис.8), а на виде снизу «А» - в «виде 2».
11. Заполним рамку основной надписи. (Рис.9), перенесём за пределы чертежа оси координат.
12. Сохраним чертёж в файл «8-21» и распечатаем.

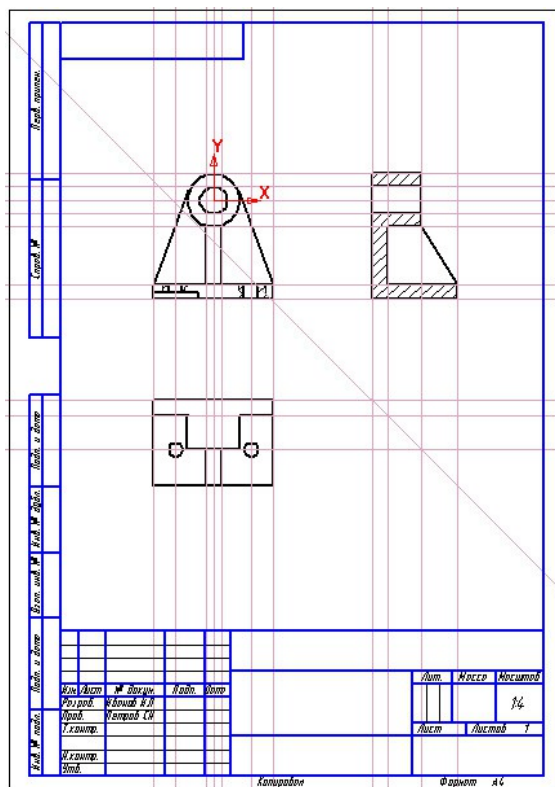


Рис.6

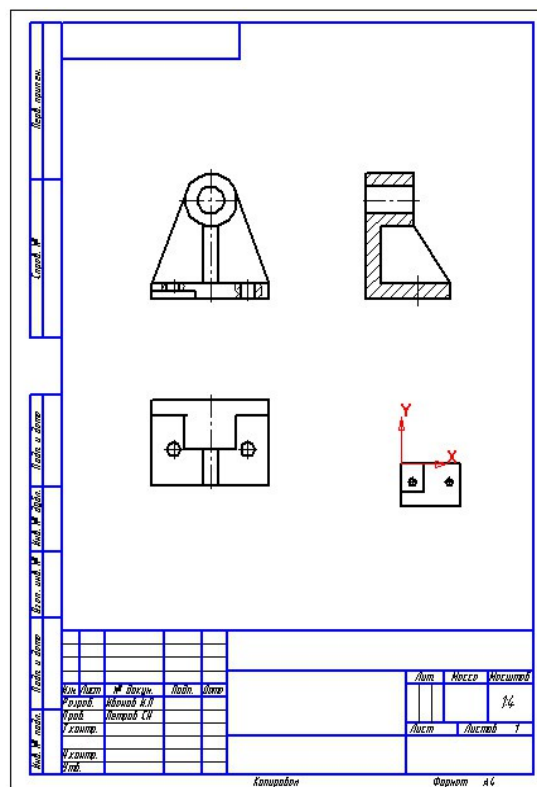


Рис.7

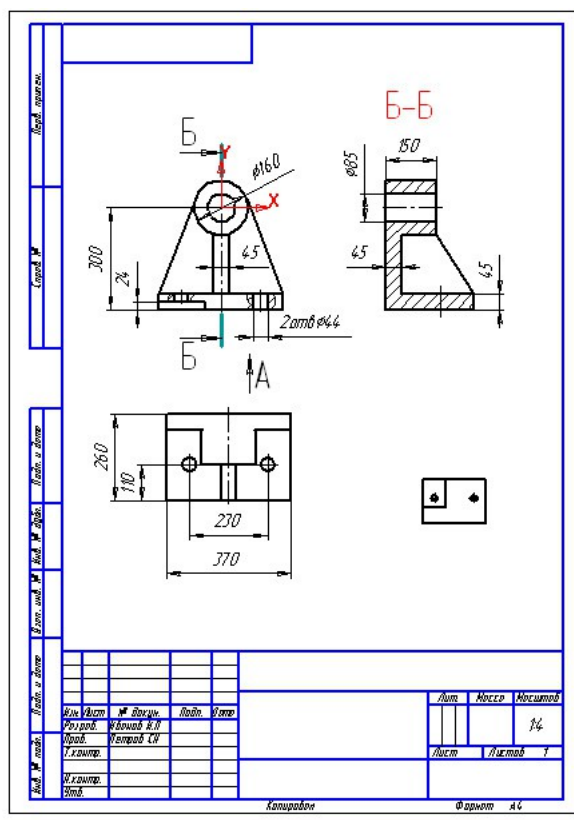


Рис.8

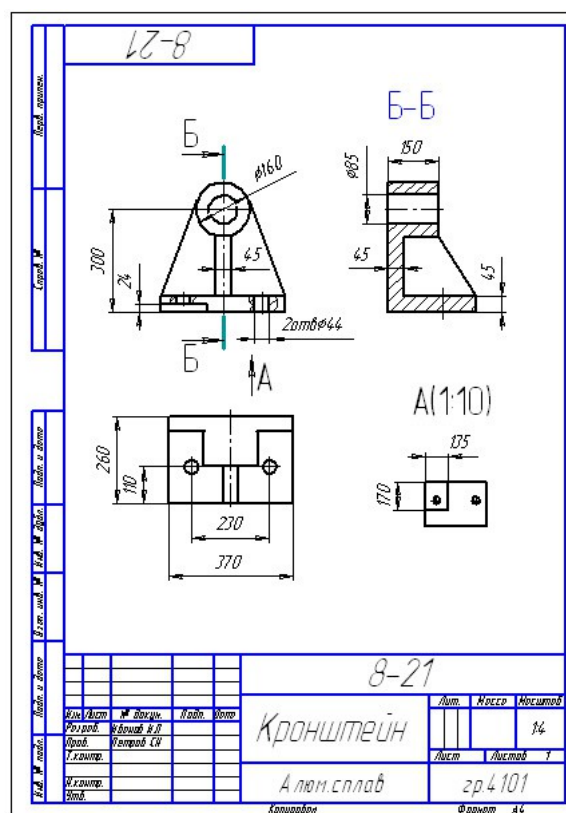


Рис.9

## Приложение

### Управление положением курсора и привязки

*Используются клавиши на дополнительной цифровой клавиатуре.*

*Режим NumLock должен быть включен (горит индикатор NumLock).*

**<Ctrl>+<0** Переместить курсор в точку (0,0) текущей системы координат.

**<Ctrl>+<5** Установить курсор в ближайшую к нему характерную точку элемента без учета фоновых видов и слоев. Данная комбинация клавиш доступна также при отключенном режиме NumLock. В этом случае она позволяет установить курсор в ближайшую к нему характерную точку элемента с учетом фоновых видов и слоев.

**<Alt>+<5** Установить курсор в ближайшую к нему точку пересечения двух примитивов.

**<Shift>+<5>** Установить курсор в ближайшую к нему середину примитива.



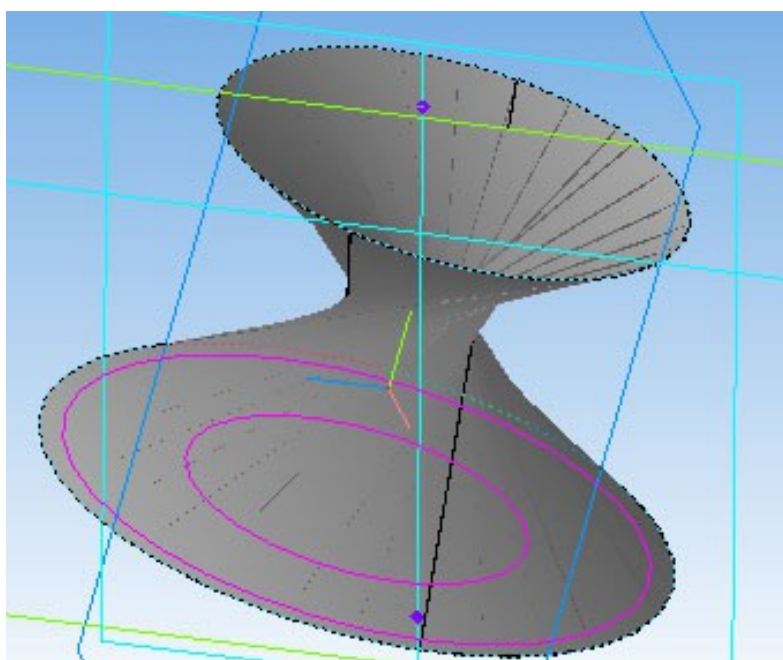
В.Н. Гаврилов

## СОЗДАНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

### *Лабораторные работы*

по дисциплинам «Инженерная графика», «Инженерная и  
компьютерная графика»

специальностей 221400 Управление качеством,  
221700 Стандартизация и метрология



## ВВЕДЕНИЕ

Ознакомьтесь с расположением и структурой меню.

**Заголовок** расположен в самой верхней части окна. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа.

**Главное меню** расположено в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В нем расположены все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды.

**Стандартная панель** расположена в верхней части окна системы под Главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами.

На панели **Вид** расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: изменять масштаб, перемещать и вращать изображение, изменять форму представления модели.

**Панель Текущее состояние** находится в верхней части окна сразу над окном документа. Состав панели определяется режимом работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.

**Компактная панель** находится в левой части окна системы и состоит из **Панели переключения** и **инструментальных панелей**. Каждой кнопке на **Панели переключения** соответствует одноименная **инструментальная панель**. **Инструментальные панели** содержат набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа.

Кнопки вызова команд сгруппированы по назначению и представлены на инструментальной панели кнопкой одной команды из группы. При нажатии кнопки команды и удержании ее в нажатом состоянии рядом с кнопкой появляется **расширенная панель**, включающая в себя все команды данной груп-

пы. Кнопки, позволяющие вызвать **расширенную панель** команд, отмечены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу.

Кнопка команды, вызванная с **расширенной панели**, заменяет исходную и остается на инструментальной панели до тех пор, пока, в свою очередь, не будет заменена следующей. Эта ситуация сохраняется и при следующих запусках системы. Старайтесь запоминать состав кнопок на расширенных панелях команд.

**Панель свойств** служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько вкладок и **Панель специального управления**.

**Строка сообщений** располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, какие нужно вводить данные; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой. *Внимательно следите за состоянием Строки сообщений. Это поможет правильно реагировать на запросы и сообщения системы и избежать ошибок при выполнении построений.*

**Контекстная панель** отображается на экране при выделении объектов документа и содержит кнопки вызова наиболее часто используемых команд редактирования. Набор команд на панели зависит от типа выделенного объекта и типа документа.

**Контекстное меню** — меню, состав команд в котором зависит от совершаемого пользователем действия. В нем находятся те команды, выполнение которых возможно в данный момент. Вызов контекстного меню осуществляется щелчком правой кнопки мыши на поле документа, элементе модели или интерфейса системы в любой момент работы.

**Дерево модели** — это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект Древа — сама модель, т.е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически возникают в Дереве модели сразу после создания этих объектов в модели. В окне Древа отображается

либо последовательность построения модели (слева), либо ее структура (справа). Способом представления информации можно управлять с помощью кнопки **Отображение** структуры модели на Панели управления Деревя модели.

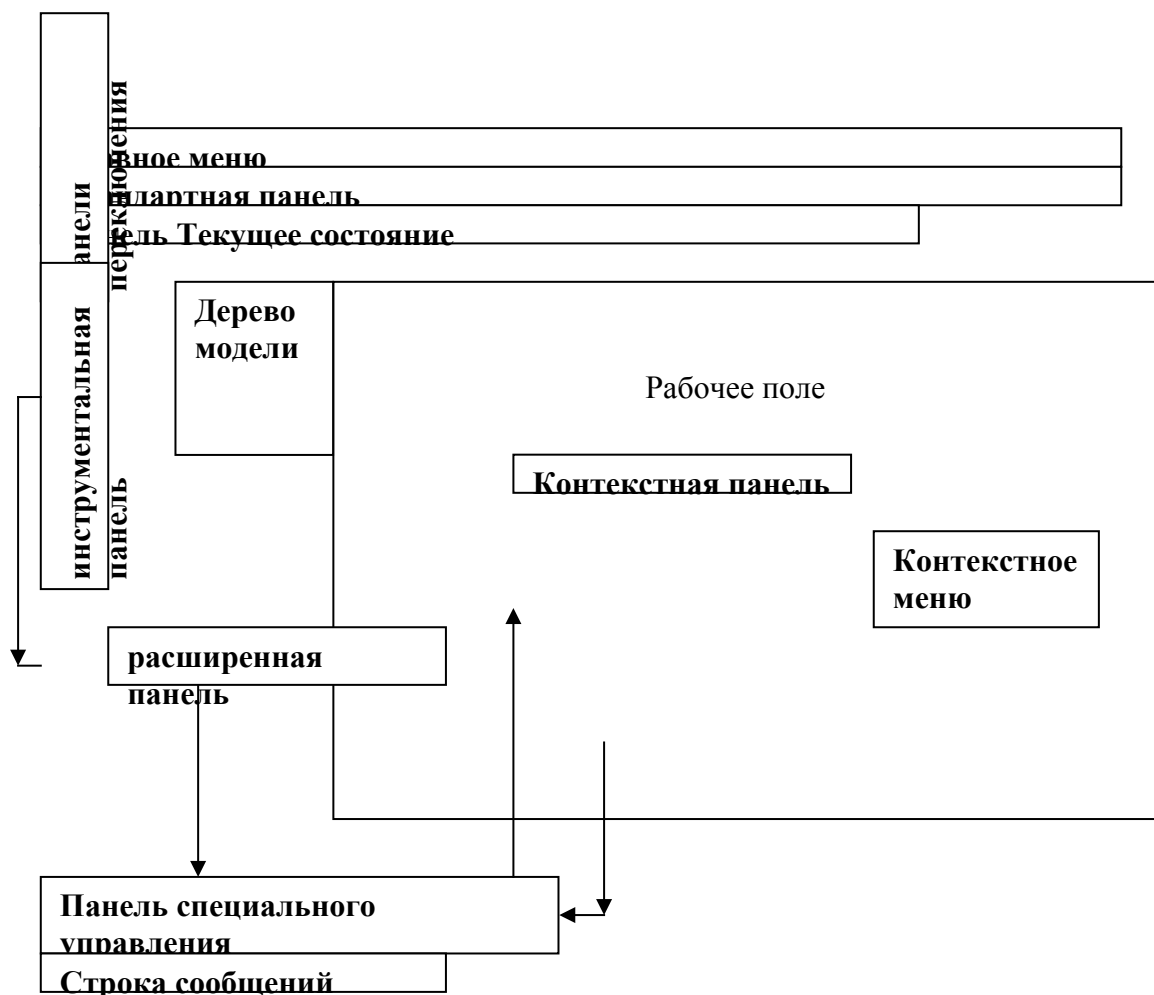


Рис. 1. Расположение панелей на экране (стрелками показан порядок работы при создании объекта)

При создании объекта необходимо соблюдать следующий порядок действий:

- ➔ Кнопкой на **Панели переключения** вызвать **инструментальную панель**.
- ➔ Кнопкой на **инструментальной панели** вызвать **расширенную панель**.
- ➔ Кнопки на **расширенной панели** вызывают **панель свойств**, позволяющую задать стиль объекта или его **параметры**. (Панель свойств мо-

жет располагаться вертикально слева).

- ➔ При необходимости можно воспользоваться **контекстной панелью** (появляется при выделении объекта) или **контекстным меню** (вызывается правой клавишей мыши).
- ➔ Обратиться к **панели специального управления** для создания объекта или завершения операции.

В графических документах минимальное перемещение курсора при нажатии на кнопку со стрелкой зависит от установленного шага курсора. Для задания величины шага служит поле **Текущий шаг курсора** на панели **Текущее состояние**. Значение шага можно ввести с клавиатуры или выбрать из списка. Для быстрой активизации поля **Текущий шаг курсора** используйте комбинацию клавиш **<Shift> + </>** (клавишу **</>** необходимо нажимать на дополнительной цифровой клавиатуре). При работе с графическими документами вы можете также ввести координаты точки, в которую требуется поместить курсор, в поля **Координаты курсора** на панели **Текущее состояние**. Для быстрой активизации этих полей используйте комбинацию клавиш **<Alt> + <X>**. После ее нажатия активным становится поле координаты X. Введите в него нужное значение. Чтобы перейти к полю координаты Y, нажмите клавишу **<Tab>**. Введите значение. Подтвердите задание координат курсора, нажав клавишу **<Enter>**.

В графических документах и документах моделях после установки курсора в нужную точку его требуется **зафиксировать** — подтвердить, что для создания объекта должна использоваться именно эта точка. Фиксация производится щелчком левой кнопки мыши или нажатием клавиши **<Enter>**.

Контекстное меню появляется на экране при нажатии правой кнопки мыши. Состав меню зависит от объекта, на который указывал курсор во время нажатия кнопки мыши, и от выполняемого действия. При этом в меню собраны команды, наиболее типичные для данного момента работы.

**Указать точку** в окне документа — значит установить в нее курсор мыши и зафиксировать. Для точной установки курсора можно использовать привязки или поля координат курсора на панели **Текущее состояние**. Фиксация точки, в которой находится курсор, необходима для того, чтобы координаты этой точки были переданы в поля **Панели свойств** (т.е. стали параметрами объекта). Точку можно зафиксировать двумя способами:

- щелкнув левой кнопкой мыши (этот способ фиксации удобен, если точка указана мышью — «на глаз» либо с применением глобальной или локальной привязки),
- нажать клавишу **<Пробел>** или **<Enter>** (этот способ удобен, если точка указана с помощью клавиатуры — путем ввода координат курсора или с применением клавиатурной привязки).

Для создания отрезка достаточно указать и зафиксировать две точки: начальную и конечную. Обратите внимание на то, что при этом в поля **Панели свойств** будут занесены не только координаты концов отрезка, но также его длина и угол (они рассчитываются автоматически).

**По координатам (XYZ)** — способ построения точки, позволяющий непосредственно задавать ее декартовы координаты в пространстве или связывать ее с уже имеющимся точечным объектом. Координаты точки могут быть введены с клавиатуры или определены автоматически при указании ее положения мышью в окне модели.

- Если все три координаты точки известны, введите их в соответствующие поля **Панели свойств** и зафиксируйте нажатием клавиши **<Enter>**.

- При перемещении мыши в окне модели точка определяется как проекция курсора на плоскость, параллельную экрану и проходящую через начало координат. Текущие координаты точки отображаются в полях **X, Y, Z Панели свойств**. При подведении курсора к точечному объекту рядом с ним появляется условное изображение вершины или точки, а координаты определяются как совпадающие с координатами этого точечного объекта. Чтобы зафиксировать точку с текущими координатами, щелкните левой кнопкой мыши.

## УРОК 1.


Чтобы создать новый документ, вызовите команду **Файл — Создать**.

На экране появится диалог создания документа

Выбрать: **деталь**.

В **Дереве модели** нажать кнопку +. Откроется список, включающий координатные оси и плоскости.

### 1. Построить точку.

На **Панели переключения** выбрать:  **пространственные кривые**.


Открывается **инструментальную панель**. выбрать  **точка**.

Внизу открывается **панель свойств**: (Иногда для открытия панели следует использовать

клавишу  ).



Рис.2. Панель свойств.

Включить  **свойства**. На появившейся панели выбрать *стиль* и *цвет* точки,

Включить  **П. Параметры**. Выбрать способ:  **по координатам**.

В выделенном цветом прямоугольнике набрать координату X: 4, <Enter>.

Выделение перемещается на прямоугольник Y (если перемещения не произошло, воспользоваться клавишей <Tab>). Ввести значение: 9, <Enter> и затем, после перемещения на Z: 8, <Enter>.

На **панели специального управления** выбрать  **создать объект**. За-


вершить операцию кнопкой . В дерево модели добавляется точка 1.




Сохранить полученную модель **Файл, Сохранить как.., тчк\_1.m3d**.



## 2. Построить проекцию точки на координатную плоскость XOY:

- **точка, панель свойств, свойства**, выбрать другой *стиль* и *цвет* проекции точки;

- **параметры**, способ , показать плоскость XOY в дереве модели или на изображении;


- завершить операцию , . Если включено автосоздание объекта (кнопка подсвечена), операция **создать объект** выполняется автоматически (кнопку  нажимать не нужно).

В дерево модели добавляется точка 2.

## 3. Построить координатную ломаную точки 1 (O):

- в **инструментальной панели** выбрать  **ломаная, панель свойств**;

- включить  **свойства**, на появившейся панели выбрать *стиль* и *цвет* ломаной:

- включить  **П.** **параметры**, на модели указать начало координат (левую клавишу мыши нажать, когда рядом с курсором появится изображение точки); в подсвеченный прямоугольник *расстояние* на **панели свойств** ввести значение **4**;

- на экране появляется изображение (рис.3), указать положительное направление по оси Y (черная точка);

- указать: проекцию точки (X) на координатную плоскость XOY ;

- указать положительное направление по оси Z.

- указать точку (O);

- завершить операцию ( ,  ).

На рабочем поле появляется изображение ломаной (рис.5). Ее обозначение добавляется в дерево модели.

Сохранить полученную модель **Файл, Сохранить как.., лом\_1.m3d**.

Заккрыть файл.



Рис.3. Построение ломаной.

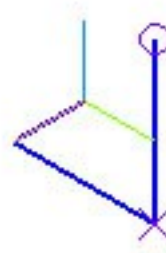


Рис.4. Результат построения.




#### 4. Построить плоскость и треугольник следов.

Открыть файл *тчк\_19.m3d*.

Построить две точки с координатами  $(20,8,0)$ ;  $(0,0,20)$  аналогично п.1.

В дерево модели и на экране добавляется две точки.


Построить плоскость по трем точкам:

- открыть панель **вспомогательная геометрия** (Главное меню, Вид, панели инструментов, вспомогательная геометрия);
- в открывшейся панели выбрать *плоскость через три вершины*  ;
- в открывшейся **панели свойств** выбрать *цвет*;
- последовательно указать три точки на экране или в дереве модели;
- завершить операцию (  ,  ). Если включено автосоздание объекта,

кнопку  нажимать не нужно.

На экране плоскость выделяется прямоугольником. В дерево модели добавляется обозначение плоскости. Сохранить полученную модель **Файл, Сохранить как..**, *пл3т\_1.m3d*.

Построить треугольник следов:

- в панели **вспомогательная геометрия** выбрать  **ось на пересечении двух плоскостей**;
- в открывшейся **панели свойств** выбрать *цвет*;
- последовательно указать построенную плоскость и координатную плос-

кость  $XOY$ ; на экране появится изображение прямой (следа плоскости на плоскость  $XOY$ ), а в дереве модели ее обозначение;

- не завершая операцию построить следы плоскости на плоскость  $XOZ$  и на плоскость  $YOZ$ ;

– завершить операцию ().

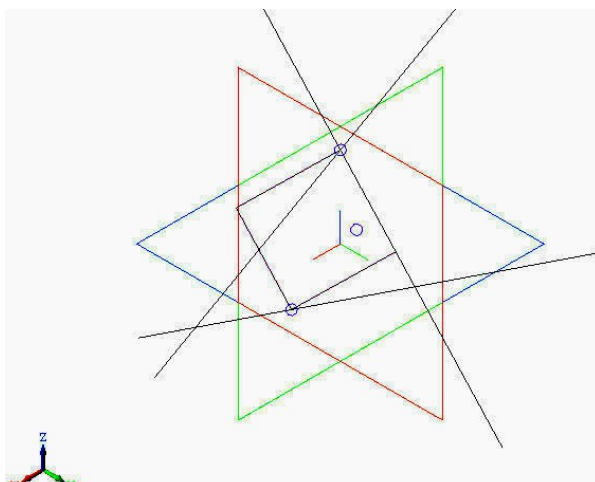


Рис.5. Треугольник следов.

Результат построения показан на рис.5. Сохранить полученную модель **Файл, Сохранить как.., след\_1.m3d**. Закрыть файл.



## УРОК 2


### 1. Построить прямоугольный параллелепипед.

Открыть файл *пл3т\_1.m3d*.

В Дереве модели указать **плоскость через три вершины**.

На **Стандартной панели** указать , , .

На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** .

Указать на экране две вершины прямоугольника: первая – в начале координат, вторая -произвольно. Завершить операцию (.

Нажмите кнопку **Авторазмер**  на инструментальной панели **Размеры** .

Укажите мишенью нижний горизонтальный отрезок, задайте положение размерной линии. В поле **Выражение** диалогового окна **установить значение размера** введите значение 20 мм и нажмите кнопку **ОК**. Постройте вертикальный размер и присвойте ему значение 10мм.

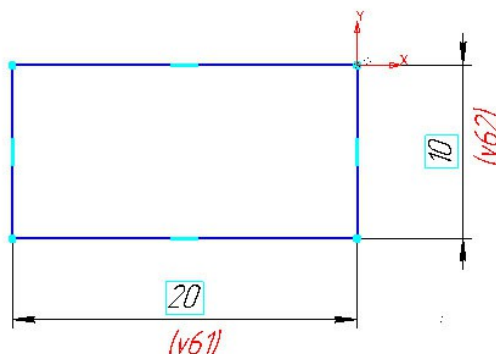


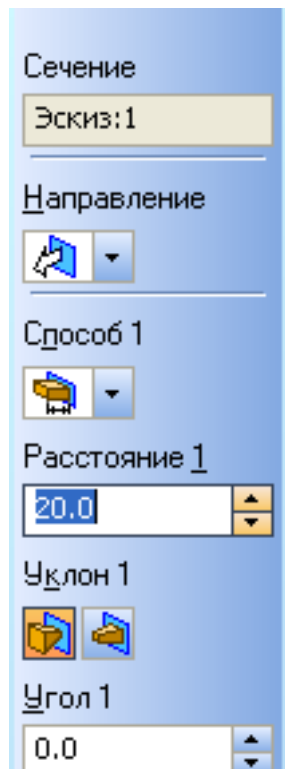




Рис. 1. Эскиз

После простановки размеров геометрия эскиза меняется. Для устранения дефектов изображения нажмите кнопку **Обновить изображение** . Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку **Эскиз** .



На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** .

В открывшейся **панели свойств** (рис. 2) установить высоту параллелепипеда 30мм и при необходимости остальные свойства. В нижней части **панели свойств** находится дополнительная панель ( см. рис.3).

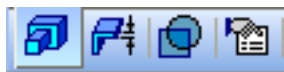


Рис.3. Дополнительная панель




Ознакомиться с открывающимися командами и установить . Завершить операцию (, ).

Рис.2. Панель свойств

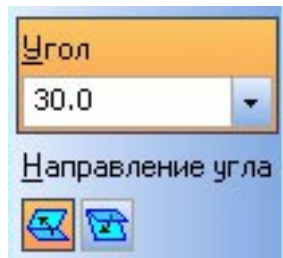
Сохранить полученную модель **Файл, Сохранить как.., par\_1.m3d**.

2. Построить конус, повернутый вокруг оси OY.


Вызвать команду **Файл, Создать, деталь**.

В **Дереве модели** нажать кнопку +. Откроется список, включающий координатные оси и плоскости.

Построить линию пересечения плоскостей XOY, ZOY (  ).



Через полученную прямую (она совпадает с осью Y) про-

вести плоскость под углом  $30^\circ$  к плоскости XOY (  ).






Угол и направление задать в панели свойств (рис.4). Завершить операцию (  ).

Рис. 4. Панель свойств

В **Дереве модели** указать плоскость **XOZ**.

На **Стандартной панели** указать , , .

На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** .

Задать параметры: т.1- (0, 0, 0); длина – 20; угол -  $60^\circ$ ; стиль – осевая-желтая; <Enter> (см. рис.5).

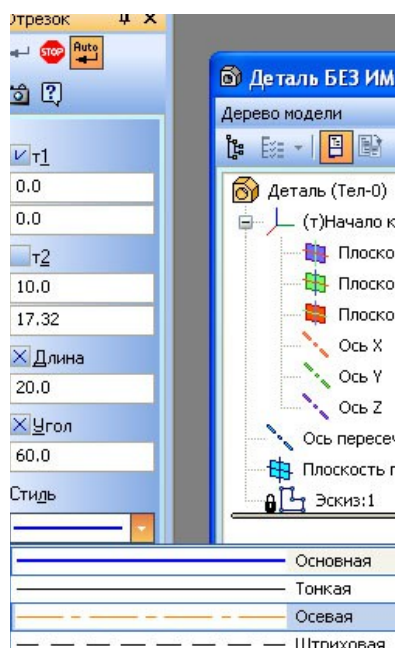


Рис.5. Панель свойств

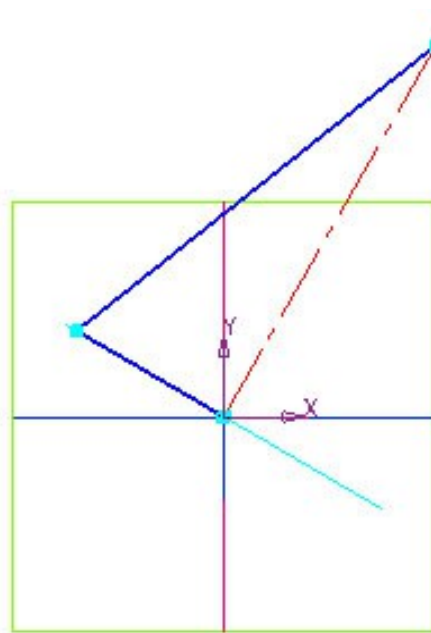


Рис.6. Эскиз

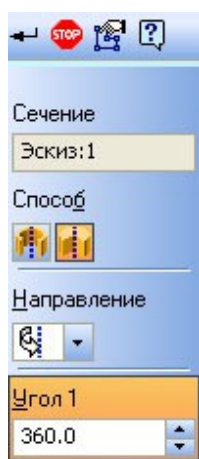






Рис. 7

Не завершая операцию, задать параметры: т.1- (0, 0, 0); длина – 10; угол - 150°; стиль – основная; <Enter>, а затем последовательно указать концы полученных отрезков (рис.6).

Завершить операцию (STOP).

На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** . В открывшейся **панели свойств** (рис.7) установить способ – **сфероид**.

В нижней части **панели свойств** находится дополнительная панель ( см. рис. ). Ознакомиться с открывающимися командами и установить . На экране появится фантом тела ( см. рис.8).

Завершить операцию (  ,  ). Сохранить полученную модель **Файл, Сохранить как.., кон\_1.m3d**.

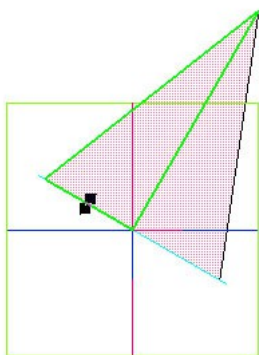


Рис. 8. Фантом

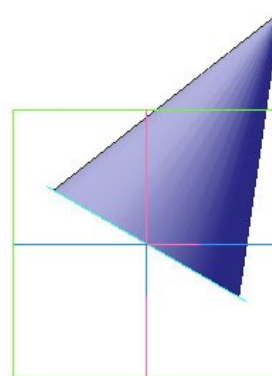
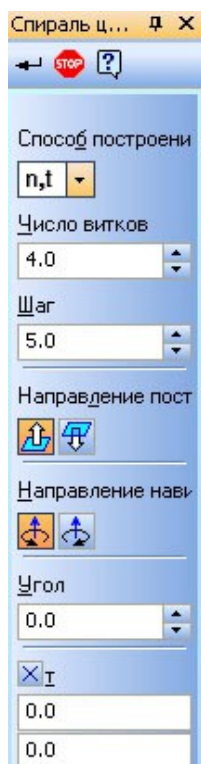


Рис.9. Результат построения






## УРОК 3

### 1. Построить модель пружины.





Вызвать команду **Файл, Создать, деталь**.

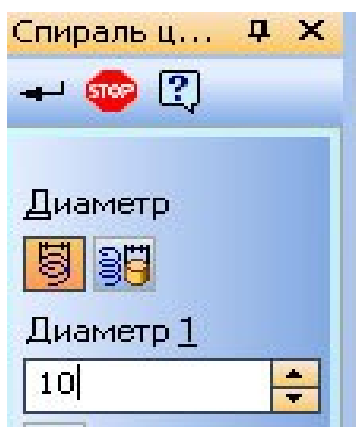
В **Дереве модели** нажать кнопку +. Указать плоскость **XOY**.

На **Панели переключения** выбрать: . В **инструментальной панели** выбрать  **спираль**. На **панели свойств** (рис.1) установить параметры: число витков, шаг, начальный угол наклона к плоскости **XOY**. В нижней части **панели свойств** открыть  и задать диаметр пружины (рис.2). Завершить операцию (, ). См. рис.3.

В **Дереве модели** указать плоскость **XOZ**.

На **Стандартной панели** указать , , .

На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** . Указать центр окружности в начальной точке спирали, на **панели**









**свойств** задать диаметр (2мм). Завершить операцию (, ). На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** . В открывшейся **панели свойств** (рис. ) установить способ –перпендикулярно оси. Завершить операцию (, ). Результат на рис.4.

Рис. 1, 2



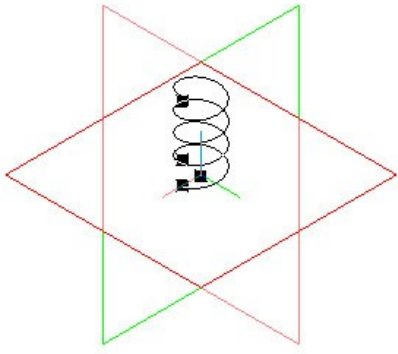


Рис.3.Спираль

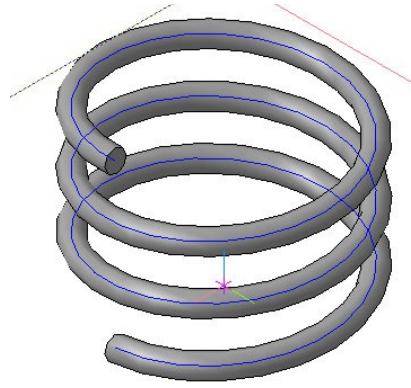









Рис.4.Пружина

## 2.Построить модель гиперboloида.








Вызвать команду **Файл, Создать, деталь.**





В **Дереве модели** нажать кнопку +. Указать плоскость **XOY**.








На **Панели переключения** выбрать: . В **инструментальной панели** выбрать  **точка**. На **панели свойств** последовательно задать и ввести координаты двух точек: (3; 10), (10; 3). Завершить операцию (  ,  ). Провести прямую через полученные точки: **операции, ось,**  .

Создать **плоскость через ребро** (полученную прямую) **перпендикулярно грани** (плоскости XOY): **операции, плоскость,**  . Завершить операцию (  ).

В **Дереве модели** указать полученную плоскость.

На **Стандартной панели** указать  ,  ,  . На **Панели переключения** указать  , и в открывшейся **инструментальной панели**  . На **панели свойств** задать начальную точку отрезка (-10, -10); длину - (35) и угол – (45°). Создать объект и завершить операцию (  ,  ).

Создать **плоскость через вершину** (начальную точку отрезка) **параллельно грани** (плоскости XOY) – **операции, плоскость,**  . В **Дереве модели** указать полученную плоскость. На **Стандартной панели** указать  ,  ,  .

На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** . Указать центр окружности в начале координат (0; 0). Диаметр также задать указанием так, чтобы начальная точка отрезка находилась внутри окружности. Завершить операцию (). На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** . В открывшейся **панели свойств** установить толщину стенки – (0.01) и способ – *сохранять угол наклона*. Указать: сечение – отрезок, траектория – окружность. Завершить операцию (, ).

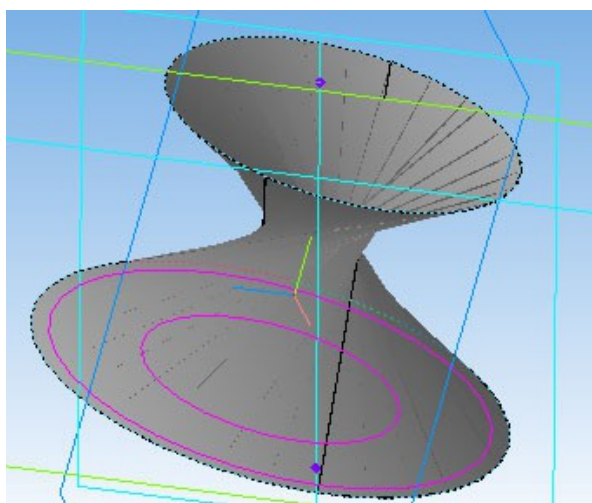



Рис.5. Гиперболоид

### 3. Построить модель «кегель».



Вызвать команду **Файл, Создать, деталь**.

На стандартной панели выбрать **операции, плоскость, смещенная** .

На **панели свойств** задать смещение – (10). Указать плоскость **ХОУ**.





Создать объект . Не завершая операцию повторить создание плоскости с тем же смещением, указав в качестве базовой вновь полученную плоскость. Повторить процедуру ещё два раза. Завершить операцию. Таким образом, мы получили пять параллельных равноудаленных плоскостей. В каждой из них построим сечение:

- на **Стандартной панели** указать , , .

- на **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** ;

- указать центр окружности в начале координат (0; 0) и задать указанием диаметра, произвольно изменяя его значение в каждой последующей плоскости;

- закрыть эскиз и перейти к следующей плоскости.

На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** . Задать на **панели свойств** необходимые параметры, контролируя правильность выбора по фантому, который появляется на экране. Завершить операцию (, ).

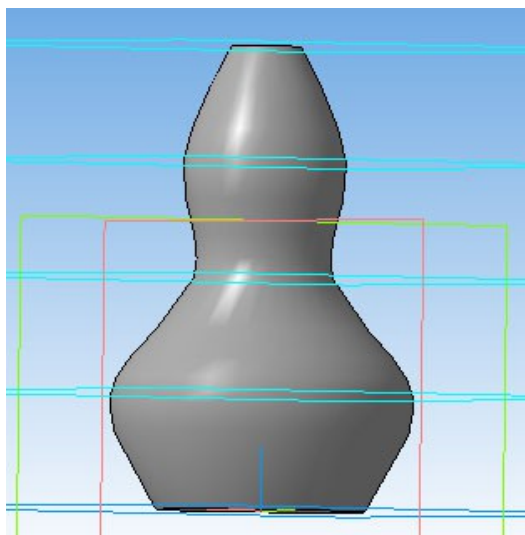


Рис. 6. Кегль

## УРОК 4



### 1. Построить простую деталь.



Открыть файл *par\_1.m3d*.



Указать плоскость грани (20Ч30) параллелепипеда.

На **Стандартной панели** указать , , ,

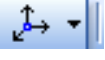



На **Панели переключения** указать . Для определения центра прямоугольной грани провести диагонали (в открывшейся **инструментальной панели**



открыть  - **отрезок**, указать попарно противоположные вершины, завершить операцию). Выбрать  **точка**, используя привязки **середина**, **бли-**




**жайшая точка** указать середину отрезка, завершить операцию. Открыть  - **окружность**; указать центр окружности в центре грани, ввести (или указать) диаметр (10мм), завершить операцию. Закрыть эскиз .

На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели** .

В открывшейся **панели свойств** установить высоту цилиндра (10). Завершить операцию.

Указать плоскость верхнего основания цилиндра; на **Стандартной панели** указать , , ; - на **Панели переключения** указать , и в открыв-

шейся **инструментальной панели** ; - указать центр окружности в центре грани, ввести (или указать) радиус (6мм), завершить операцию. Закрыть эскиз .

На **Панели переключения** указать , и в открывшейся **инструментальной панели**  - **вырезание выдавливаем**. В открывшейся **панели свойств** установить  - **через все**.

Завершить операцию.




На **инструментальной панели** открыть  - **скругление**, в **панели свойств** ввести радиус, указать последовательно четыре ребра боковых граней  параллелепипеда, завершить операцию. На **Стандартной панели** включить  - **повернуть**; перемещая мышью, рассмотреть полученную деталь, меняя вид изображения (рис.1) с помощью команд панели **Вид**; завершить операцию. Сохранить полученную модель **Файл, Сохранить как...**, *det001.m3d*.



Рис. 7. Изображение детали

## 2. Выполнить чертеж детали.


Открыть файл *det001.m3d*.

Прежде чем создавать чертеж, следует выбрать главный вид и выбрать правильную его ориентацию на чертеже.

Указать боковую грань параллелепипеда. Включить , .

Установить модель в положение, соответствующее главному виду (повернуть ее в плоскости чертежа).

*Модель можно вращать не только с помощью мыши, но и с помощью [клавиатуры](#). Это позволяет выполнить точный поворот в нужном направлении на нужный угол.*

На клавиатуре нажмите и удерживайте нажатой клавишу **<Alt>**. Нажимайте клавишу **<Стрелка влево>** – модель будет поворачиваться с шагом 15 градусов в плоскости экрана по часовой стрелке. После того, как модель примет нужную ориентацию, отпустите клавиши. Любую текущую ориентацию можно сохранить как пользовательскую. Нажмите кнопку  на панели **Вид**. В окне **Ориентация** вида нажмите кнопку **Добавить**. Введите имя проекции (**главный вид**) и нажмите кнопку **ОК**. Нажмите кнопку **Выход**.

Установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия YZX**. Создайте деталь: **Редактор, Создать деталь**. В открывшейся панели свойств

введите обозначение (**000.001**) и наименование (**Корпус**) детали. Завершить операцию.

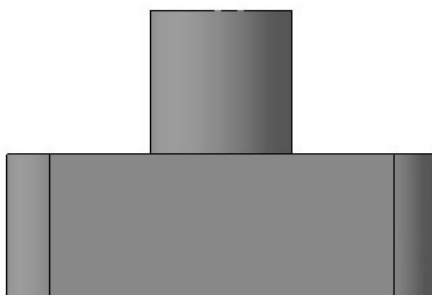





Рис.8. Положение главного вида

Сохраните модель: **Файл, Сохранить как..**, *corp001.m3d*.

Для создания нового чертежа выполните команду **Файл – Создать**. Укажите тип создаваемого документа **Чертеж** и нажмите кнопку **ОК**. На экране появится окно нового чертежа. Сохраните чертеж под именем *corp\_ч1.cdw*.

На **Панели переключения** указать - **виды**. Открыть - **стандартные виды**.

Если деталь **Корпус** открыта, просто нажмите **ОК**. В противном случае нажмите кнопку **Из файла** и укажите имя файла. На **Панели свойств** выберите пользовательскую ориентацию **Главный вид**. Нажмите кнопку **Схема видов**  для выбора нужных видов. Откажитесь от создания **вида Слева**. Нажмите **ОК**. На **Панели свойств** откройте вкладку **Линии** и включите кнопку **Показывать** в группе **Линии переходов**. Установите масштаб чертежа (2:1). Укажите мышью положение видов на чертеже. Будут построены указанные виды, графы основной надписи будут заполнены данными из 3D-модели.



*В процессе работы над документом можно многократно перемещать виды, добиваясь равномерного заполнения листа чертежа. Для этого установите курсор на пунктирную рамку вида, нажмите левую клавишу мыши и, не отпуская клавишу, перетащите вид, щелчком мыши в любом свободном месте чертежа отмените выделение вида. Пунктирная рамка не выводится на печать и является средством управления видом.*



На панели **Текущее состояние** раскройте список **Состояния видов**






и укажите **главный вид (1)**. Один из видов чертежа является текущим. Все новые объекты создаются в текущем виде и далее принадлежат именно этому виду. Если вы ходите работать с каким-то определенным видом (проставлять в нем размеры, добавлять обозначения и т.д.), обязательно сделайте этот вид текущим.

Линия разреза должна пройти точно через центр детали. Предварительно можно построить вспомогательную прямую и использовать ее в качестве объекта привязки при построении линии разреза.

Нажмите кнопку **геометрия** , **вспомогательная прямая**  на расширенной панели команд. С помощью привязки укажите середину верхнего отрезка, задайте угол 90°. Завершите операцию. На **инструментальной панели**

включите **Обозначения** , **Линия разреза** . Постройте линию разреза **A—A**. Для этого укажите начальную и конечную точки линии разреза точку линии разреза. Перемещая курсор, расположите стрелки слева от линии разреза. Укажите положение разреза на чертеже (на месте вида слева) — система создаст новый вид и сделает его текущим. Сделайте текущим вид номер 1 — **главный вид** детали.



*Старайтесь создавать комфортные условия для работы, увеличивая нужный участок чертежа вращением колёсика мыши. Масштабирование выполняется относительно той точки, где находится курсор. Для перехода к другому участку нажмите кнопку **Показать все**  на панели **Вид**.*

Нажмите кнопку **геометрия** , укажите  - **отрезок**. Установите тип линии — **осевая**. Постройте осевую линию (по двум точкам), используя привязку к вспомогательной прямой. Завершите операцию. Удалите вспомогательную вертикальную прямую. Для этого выделите ее щелчком мыши и нажмите клавишу **<Delete>**.

Сделайте текущим вид номер 2. С помощью привязок постройте осевые линии для цилиндрических поверхностей. Перейдите к разрезу (вид 3) и по-



стройте осевую линию.

Откройте инструментальную панель **Размеры**  и проставьте на разрезе **линейные размеры** . Если необходимо проставить знак Ш или добавить к размерному числу надпись, щелкните в поле **текст** на **панели свойств** и введите в открывшейся панели нужные данные. При необходимости можно изменять изображение выносных и размерных линий.

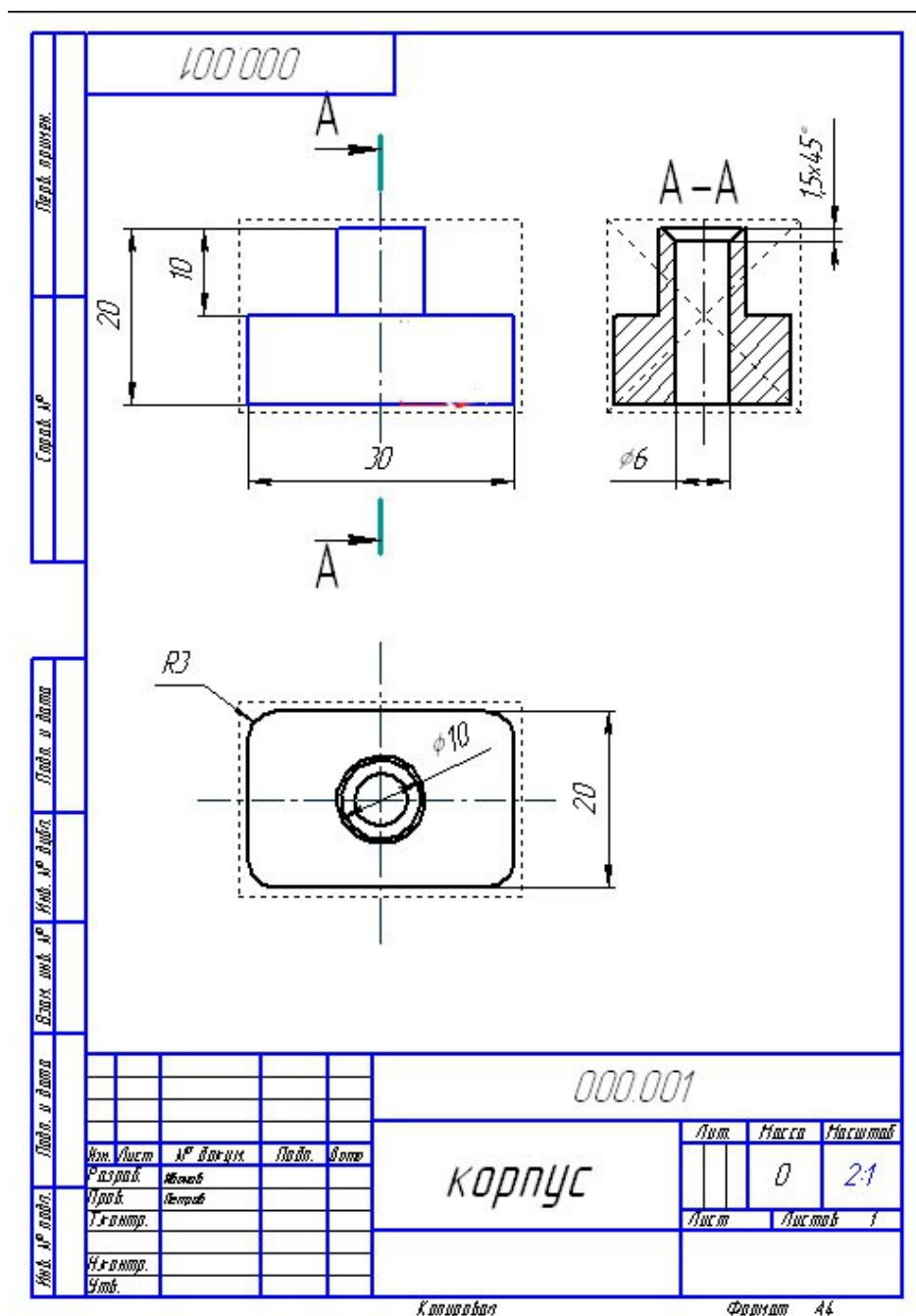




Рис.9. Чертеж детали

Сделайте текущим вид сверху (2) и проставьте на нем диаметральные  и радиальные  размеры. Перейдите к виду 1 и проставьте на нем недостающие размеры.

Сделайте текущим вид 0. Щелкните на основной надписи и заполните свободные поля (фамилию, группу и др.). Сохраните чертеж.

## УРОК 5



### Создание текстового документа

#### *Упражнение 1. Получение электронного варианта технического задания*

Для создания электронного варианта использовать текст, выполненный ранее в редакторе Word.

Чтобы создать новый документ, вызовите команду **Файл — Создать**. На экране появится диалог создания документа **Выбрать: текстовый документ**. Существует два режима отображения текстового документа: **нормальный, разметка страниц**.

Переключение между обычным режимом и режимом разметки страниц производится с помощью одноименных команд, расположенных в меню

**Сервис**. Можно также воспользоваться кнопками на панели **Вид** (  .  ). Включите режим **разметка страниц**. В этом режиме на экране отображается рамка и основная надпись каждого листа. В окне документа вы видите белое поле с изображенной на нем пунктирной прямоугольной рамкой — границей области ввода текста (рис.10).

Открыть файл с текстом технического задания в редакторе Word. Выделить текстовую часть и скопировать ее в буфер.




Вид и наименование МЧ00.21.00.00		Лист		Лист		Лист	
		1	2	2			
Автор Петров	Подпись _____	Цилиндр пневматический		гр.1210			
Количество листов		Формат А4					

Рис. 11

Графы *Количество листов* и *Номер листа* заполняются автоматически и недоступны для редактирования. Чтобы выйти из режима заполнения основной надписи в текстовом документе, можно щелкнуть мышью в любом месте за пределами таблицы основной надписи.

Основные надписи настроены так, что обозначение изделия, введенное одним из листов, передается в ячейки *Обозначение* основных надписей на всех остальных листах.

Текстовый документ КОМПАС-3D может иметь дополнительные листы в начале и в конце. Эта возможность позволяет, например, создавать и хранить вместе с самим документом его титульный лист и лист регистрации изменений.

Для управления дополнительными листами текущего текстового документа служит диалог, вызываемый командой **Сервис — Параметры... — Текущий текстовый документ — Параметры листа — Дополнительные листы**. В открывшемся окне в разделе *В начале документа* нажмите **добавить**. В новом окне нажмите  и в очередном окне выберите **Титульный лист...**

Перейдите на титульный лист (прокруткой текста вверх). Два раза щелкните на поле листа и заполните выделенные пунктиром графы (рис.12).

Окончательно отредактируйте документ. (Редактирование всего текста или любых его частей выполняется аналогично системе Word). Сохраните полученный документ.

Самарский Государственный Аэрокосмический Университет им. академика Королева С.П.	
Утверждаю	
_____	
I	
ЦИЛИНДР ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ	
Техническое задание	
МЧ00.21.00.00	
Разработали	
Круглов Б.Н. гр. 1210	
Петров А.А. гр. 1210	

Имя, И.Ф. отчество	Подпись	Дата
Имя, И.Ф. отчество	Подпись	Дата
Имя, И.Ф. отчество	Подпись	Дата
Имя, И.Ф. отчество	Подпись	Дата

Рис. 12

Савченко Н.В.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

## Часть 1. Введение в КОМПАС-График

### *Лабораторный практикум*

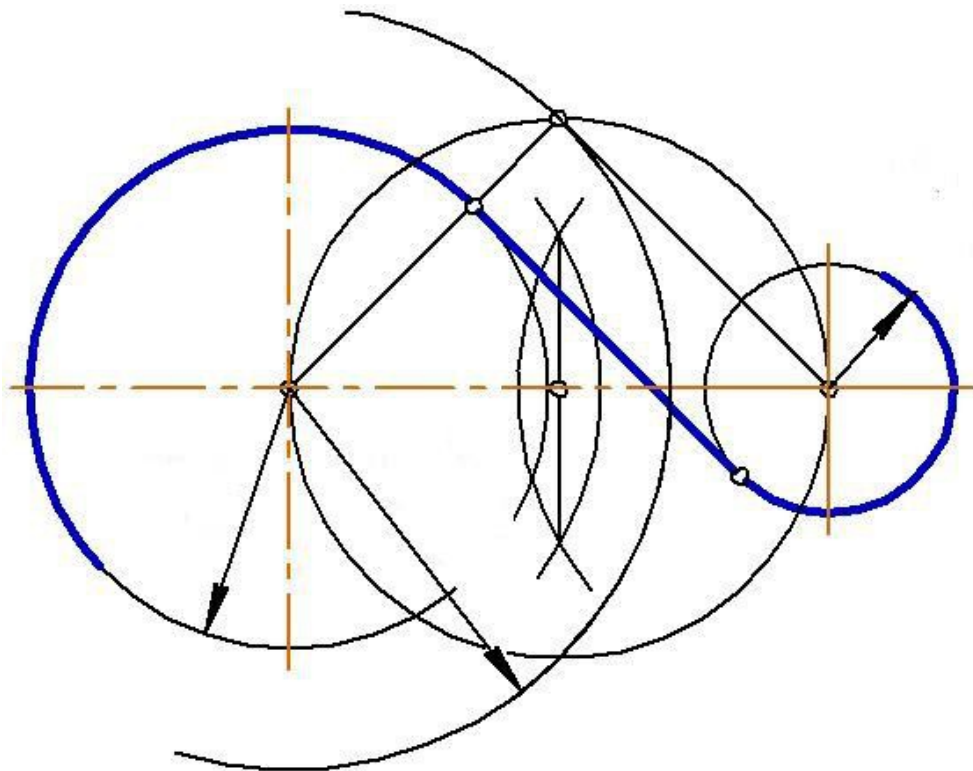
по дисциплинам «Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика»

специальностей 151600 «Прикладная механика»,

160100 «Самолетостроение»,

160400 «Ракетные транспортные системы»,

220700 «Автоматизация технологических процессов и производств»



\*\*\*


Система КОМПАС – 3D включает в себя три основных компонента:

1. Систему трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС – 3D, предназначенную для создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц.
2. Чертежно-графический редактор КОМПАС – График, применяемый для автоматизации проектно-конструкторских работ.
3. Систему проектирования спецификаций, используемую для выпуска спецификаций и прочих табличных документов.

КОМПАС – График – базовая часть системы КОМПАС – 3D, предназначенная для автоматизации проектно-конструкторских работ. Он ориентирован на быстрое и качественное выполнение конструкторской документации в полном соответствии с ГОСТами ЕСКД. КОМПАС – График используется при двухмерной технологии построения чертежа, когда, основываясь на принципах начертательной геометрии, строятся плоские изображения детали или узла (виды, разрезы, сечения) при этом компьютер используется лишь как электронный кульман.

Лабораторный практикум знакомит студентов с основными правилами работы и дает представление об основных командах выполнения примитивов и редактирования в чертежно-графическом редакторе КОМПАС-График. Также здесь рассматриваются рациональные приемы работы при выполнении компьютерного чертежа конкретной детали.

В тексте пособия используются следующие обозначения и терминология:

- ◆  - изображение команд построения геометрических примитивов;
- ◆ <Enter> - название клавиши на клавиатуре;
- ◆ “Щелкнуть” – быстро нажать и отпустить кнопку мыши;
- ◆ “Указать” – подвести курсор к объекту, нажать и отпустить клавишу мыши;
- ◆ “Перетащить” – переместить курсор, передвигая мышь с нажатой кнопкой;
- ◆ «ЛКМ» – левая клавиша мыши;
- ◆ «ПКМ» – правая клавиша мыши;
- ◆ **Файл – Создать Фрагмент** – последовательность выполнения команд меню.



# Лабораторная работа №1. ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ

## 1.1. Открытие графического редактора КОМПАС-График

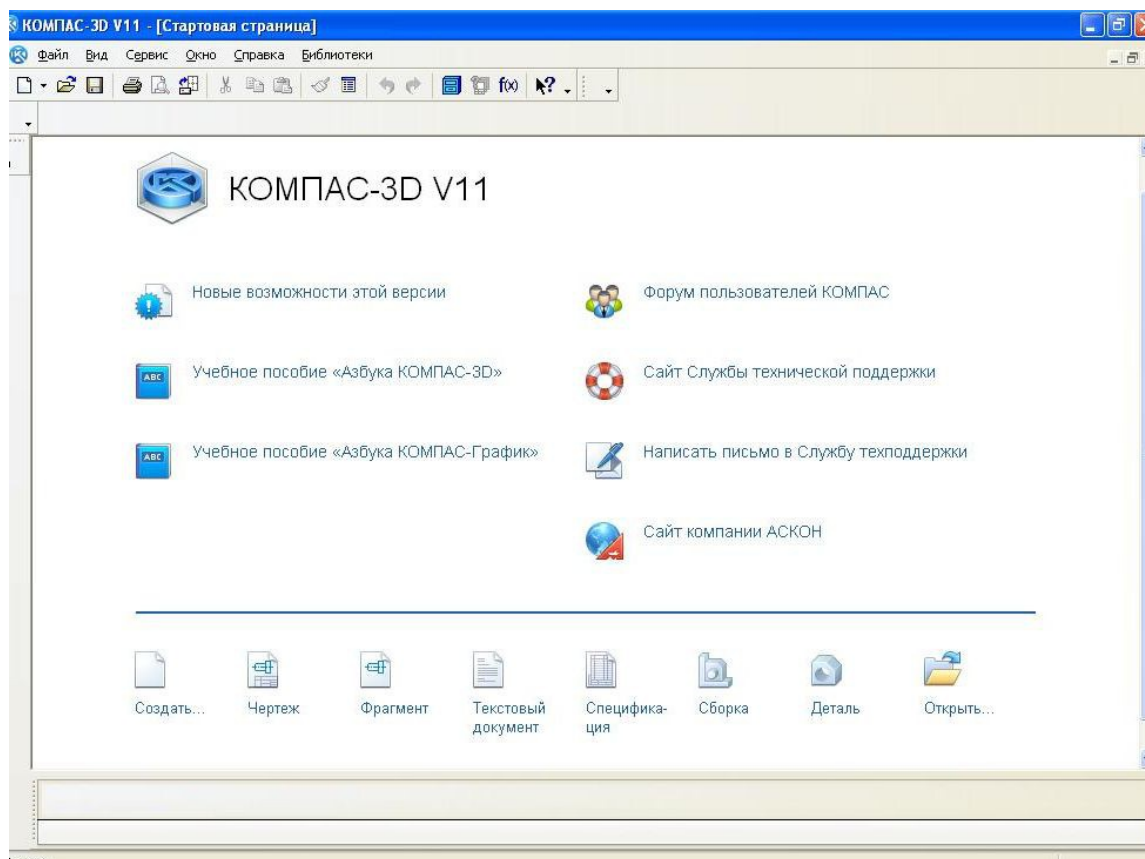


Рис. 1.1. Стартовая страница

Запуск системы КОМПАС–3D осуществляется с помощью Главного меню, аналогично запуску других приложений Windows:

Кнопка **Пуск – Программы – АСКОН - Компас – 3D V...** –  **Компас 3D**







или



с помощью ярлыка КОМПАС-3D, расположенного на Рабочем столе.

На экране открывается окно программы со стартовой страницей (рис.1), а на Панели задач появляется кнопка открытого Приложения – КОМПАС-3D.

С помощью Стартовой страницы можно выбрать один из шести режи-

мов работы: «Чертеж»  (тип файла \*.cdw), «Фрагмент»  (\*.frw), «Текстовый документ»  (\*.kdw), «Спецификация»  (\*.spw), «Деталь»  (\*.m3d) или «Сборка»  (\*.a3d), а также **Открыть** уже существующий документ.

## 1.2. Содержание окна КОМПАС-График

### Строка заголовка

*Строка заголовка* (см. рис. 2) располагается вверху окна и содержит название и номер версии программы, тип открытого документа («Чертеж» или «Фрагмент»), полный путь, определяющий положение документа на жестком диске, и имя файла. Также справа в *Строке заголовка* расположены три кнопки управления окнами:



– **Свернуть** окно на Панель задач;




– **Развернуть** на весь экран или  – **Восстановить** прежние размеры;



– **Заккрыть** Приложение.

### Рабочая область окна

*Рабочая область* находится в центре окна КОМПАС-График, вверху которого располагается *Строка заголовка* и кнопки управления окном (при нажатой кнопке **Развернуть**  максимально увеличивается размер Окна и его *Строка заголовка* сливается со *Строкой заголовка* окна КОМПАС-График).

### Строка Падающих меню

*Строка Падающих меню* (Главное меню) расположена под *Строкой заголовка*. Она содержит заголовки основных меню системы, соответствующих тематическому назначению входящих в них команд.

Падающие меню вызывают щелчком левой клавиши мыши (ЛКМ) на соответствующем заголовке; сворачивают – щелчком в свободном месте Рабочего окна или с помощью клавиши <Esc>.

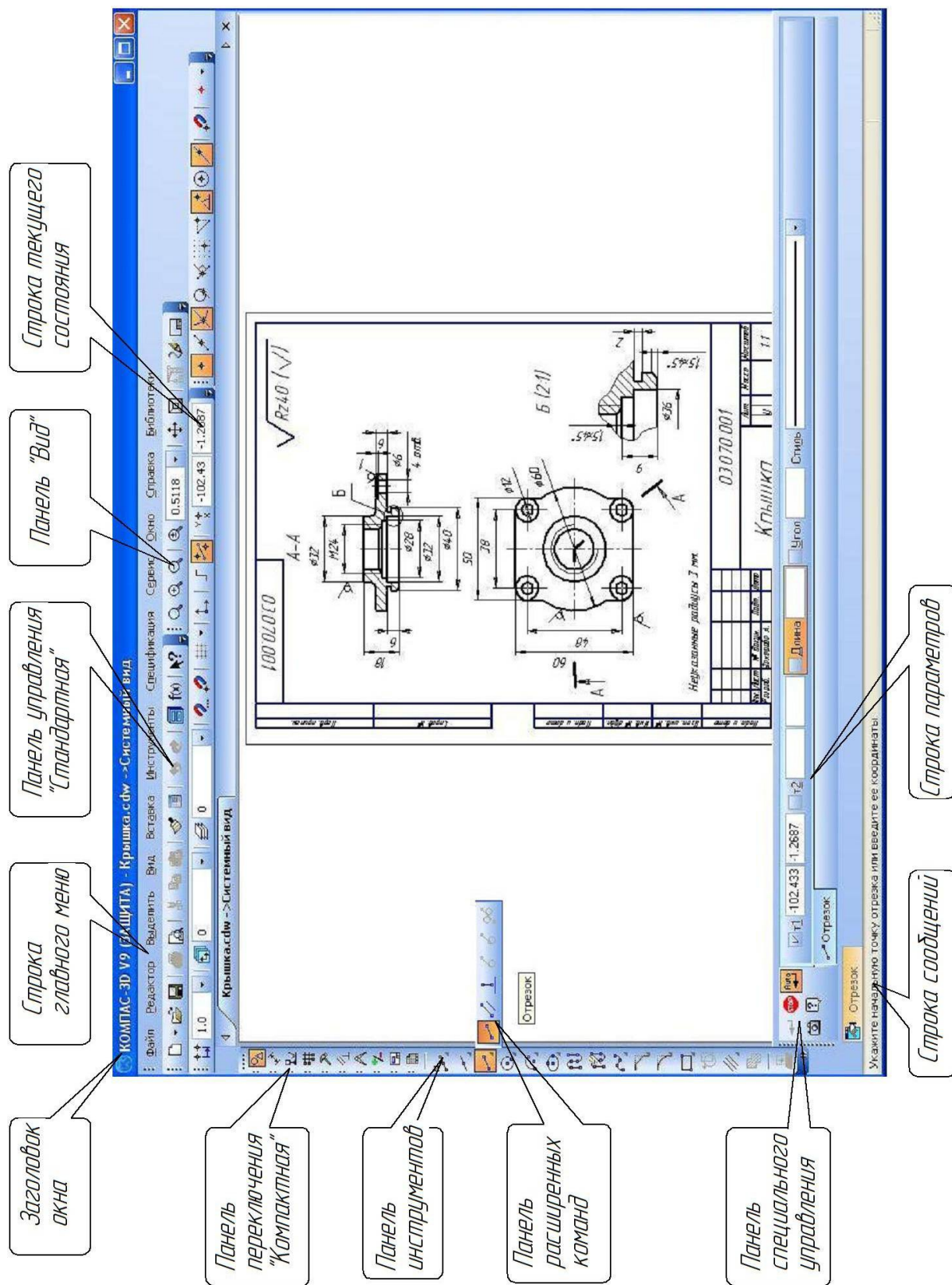





Рис. 1.2. Окно КОМПАС-График

## Панель управления

*Панель управления* располагается под *Строкой меню*. На ней находятся кнопки наиболее часто используемых команд (**Создать** , **Открыть** , **Сохранить**  и т.д.). Запуск этих команд осуществляется щелчком ЛКМ на соответствующей кнопке *Панели управления*.

## Панель инструментов

*Панель инструментов* используется для быстрого ввода основных команд системы КОМПАС-График и содержит кнопки ввода этих команд. Она по умолчанию располагается в левой части главного меню и состоит из двух частей:

- Панели переключения режимов работы («Компактная»). На ней расположены кнопки переключения Инструментальных панелей, содержащих набор команд, сгруппированных по функциональному признаку (рис. 1.3).
- Страницы того режима работы, переключатель которого находится в нажатом состоянии на *Компактной панели*. Каждая страница содержит ряд кнопок (пиктограмм) вызова той или иной команды.

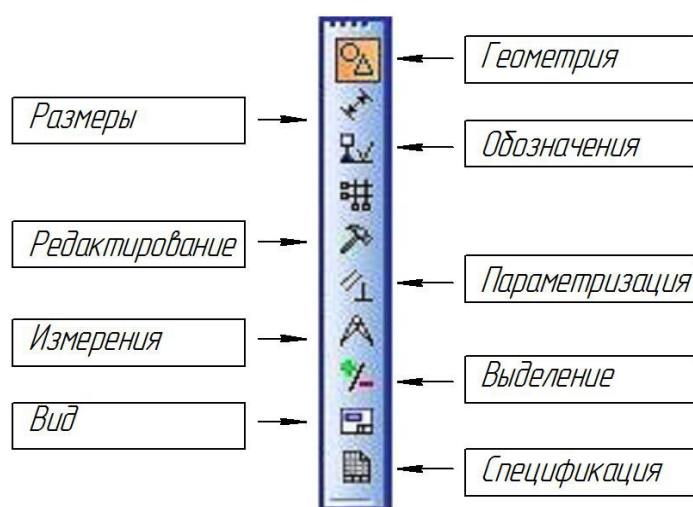


Рис. 1.3. Панель переключения («Компактная»)

Некоторые кнопки на *Панели инструментов* отмечены небольшим черным треугольником, расположенном в правом нижнем углу. При щелчке мыши на такой кнопке и удерживании ее некоторое время в нажатом состоянии, открывается *Панель расширенных команд*, содержащая кнопки с подкомандами.

Название любой команды можно определить по Ярлычку-подсказке, который появляется через секунду после указания курсором мыши на кнопку команды.

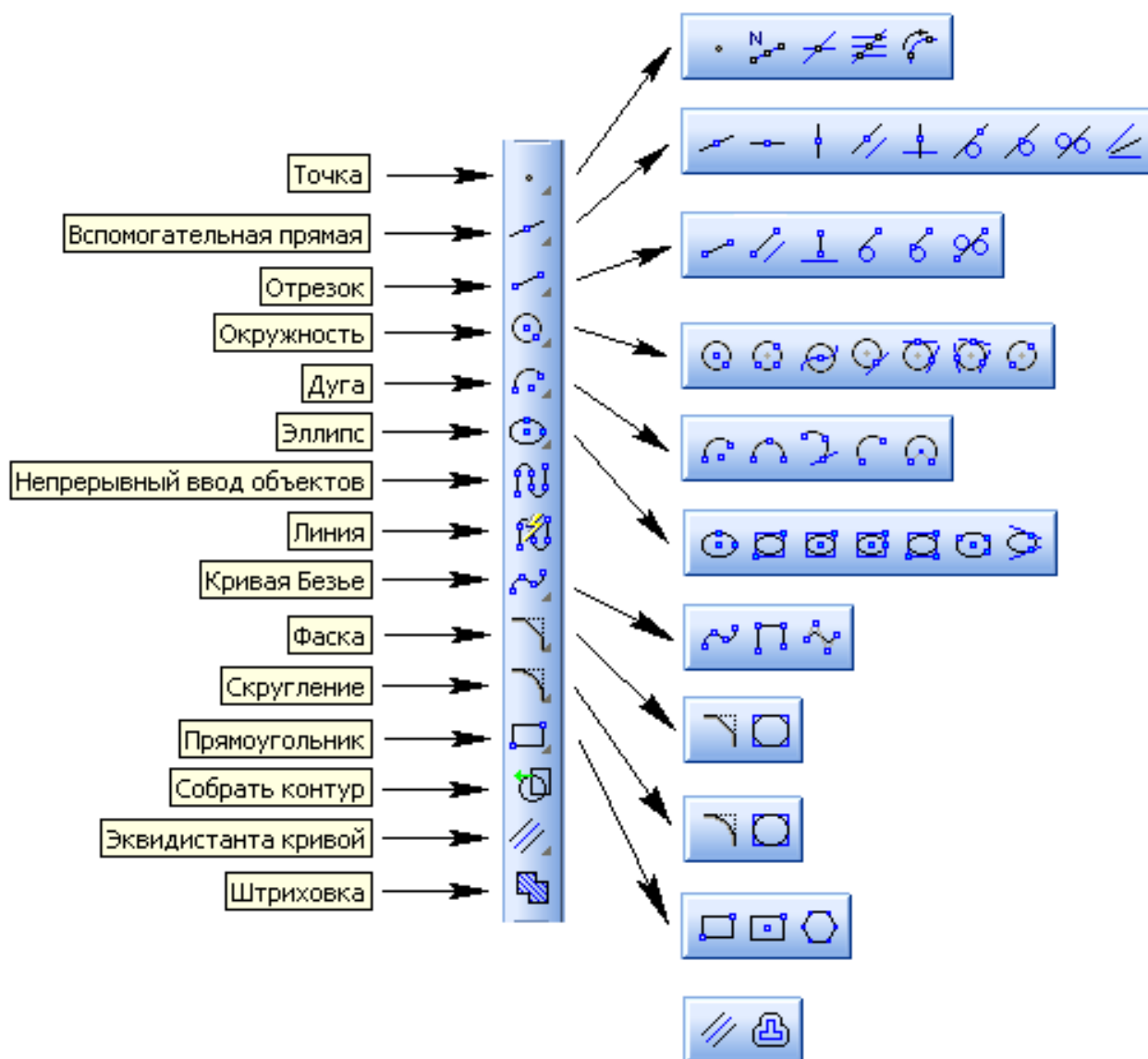



Рис. 1.4. Инструментальная панель «Геометрия»

Инструментальная панель **Геометрия**  содержит пиктограммы построения **Геометрических примитивов**, к которым относятся точки, пря-



мые, отрезки, плоские фигуры и т.п. (рис.1.4).

На Инструментальной панели **Размеры**  расположены пиктограммы команд простановки линейных, диаметральных, радиальных, угловых размеров.

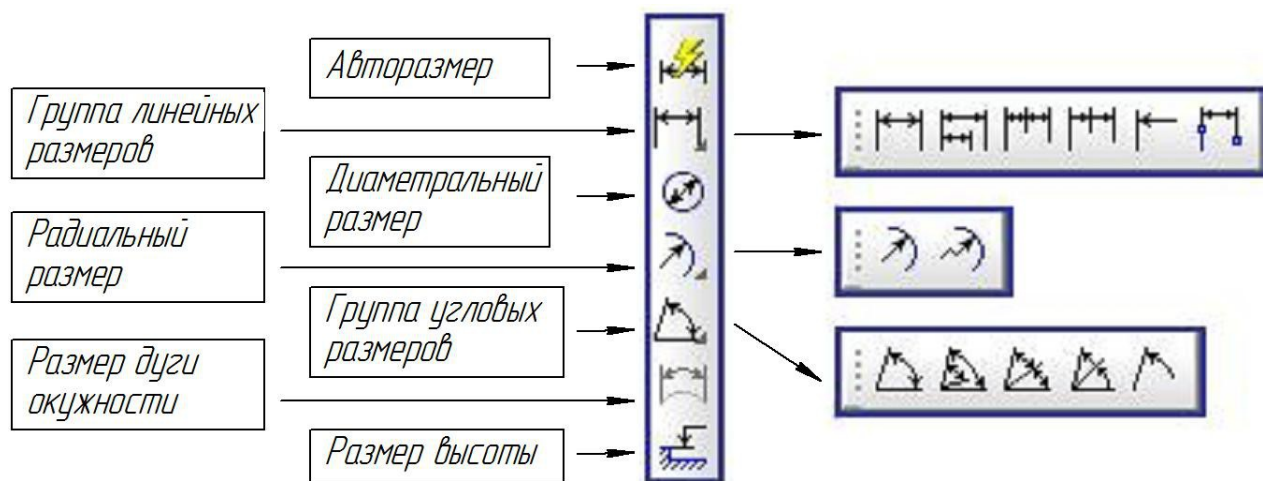


Рис. 1.5. Инструментальная панель «Размеры»

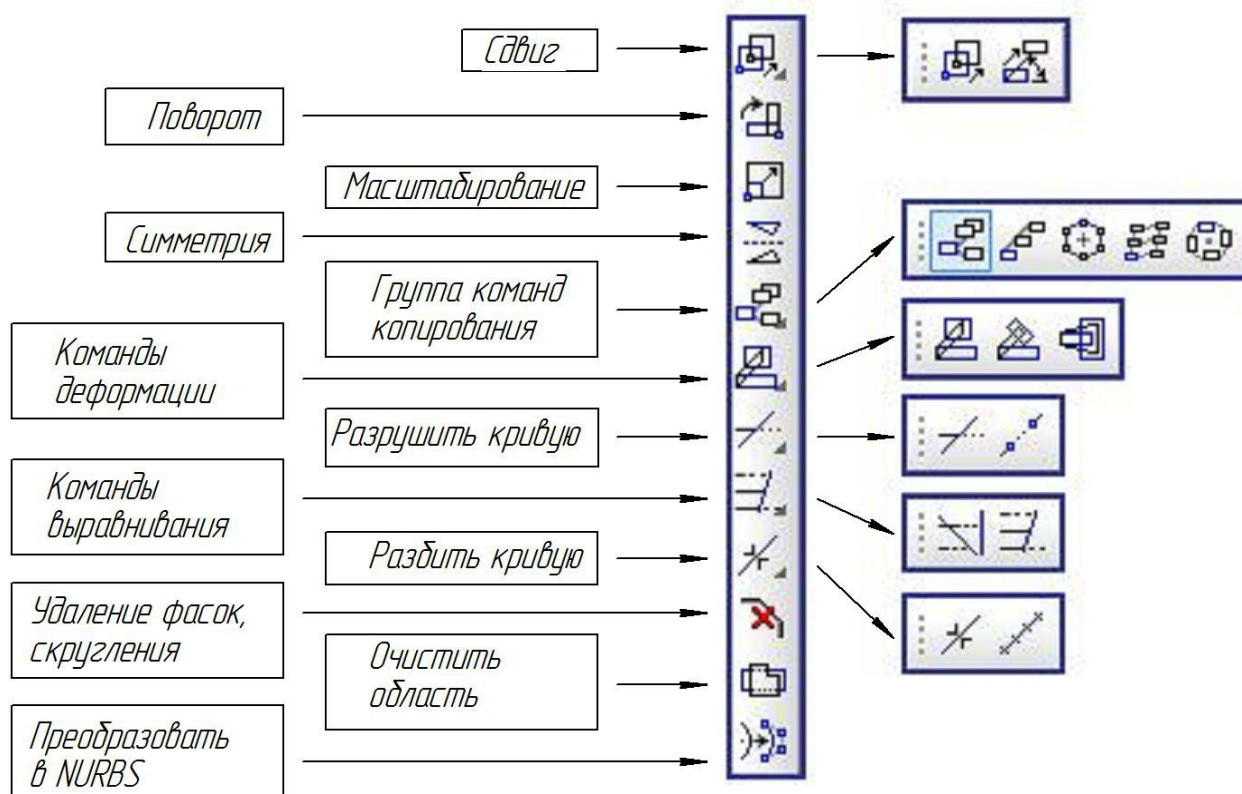




Рис. 1.6. Инструментальная панель «Редактирование»

С помощью команд Инструментальной панели **Редактирование**  можно проводить операции по переносу объектов, их копированию, масштабированию, а также непосредственному редактированию (усечению, деформированию и т.п.).

Инструментальная панель **Обозначения**  содержит пиктограммы команд простановки обозначений видов, разрезов, выносных элементов, номеров позиций сборочной единицы, ввода текста и т.п.

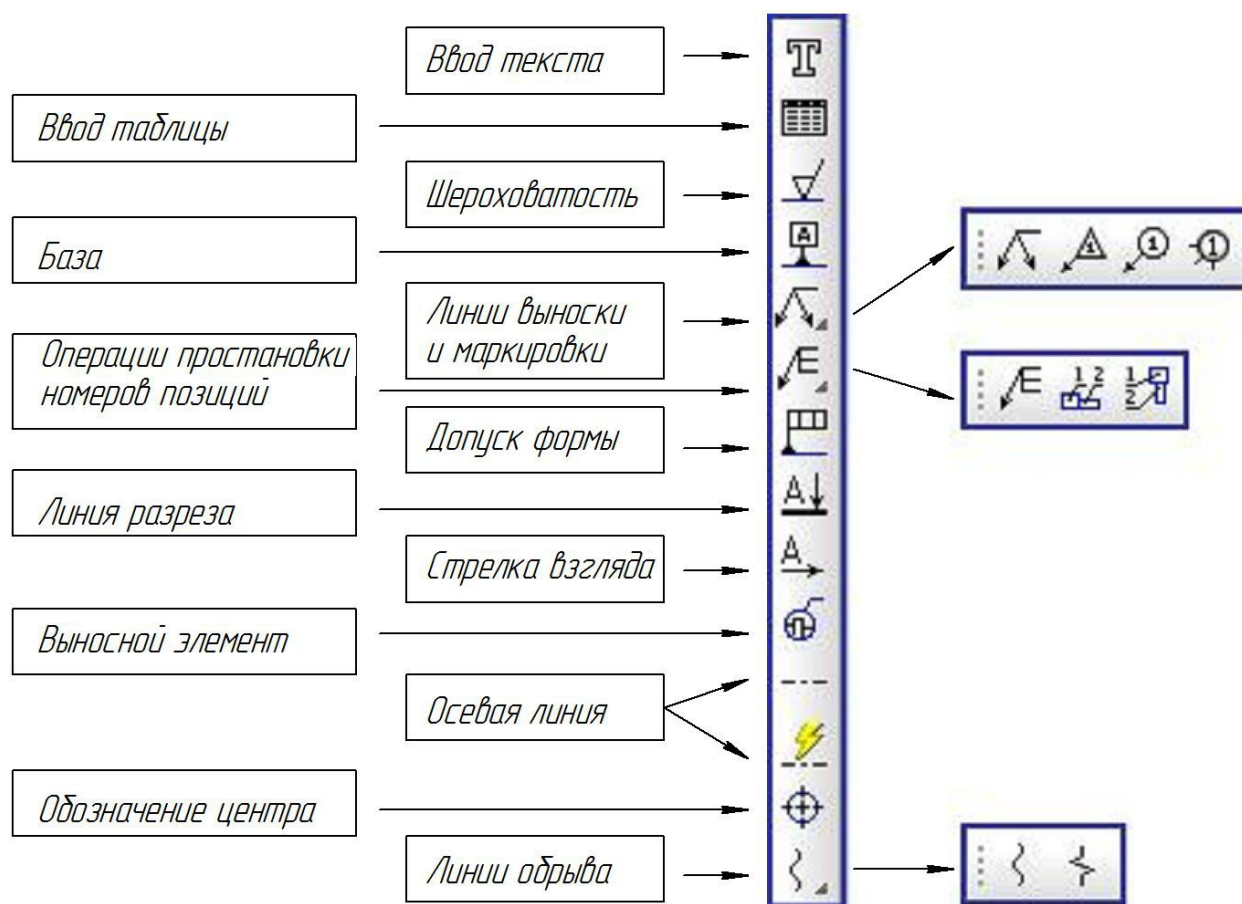


Рис. 1.7. Инструментальная панель «Обозначения»

### Панель специального управления

**Панель специального управления** появляется после вызова какой-либо команды из Инструментальной панели. Расположенные на ней кнопки позволяют управлять процессом выполнения текущей команды (ввод объекта, прерывание команды и т.д.).



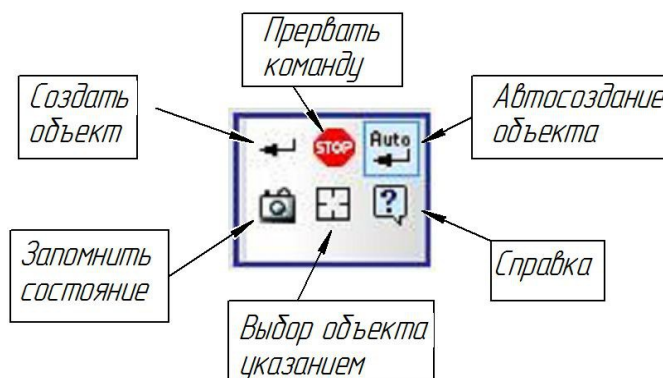


Рис. 1.8. Панель Специального управления

## Строка параметров

*Строка параметров* располагается под *Рабочей областью*. Она содержит характерные параметры объекта, который создается или редактируется в настоящее время.

В *Строке параметров* могут задаваться координаты начальной и конечной точек отрезка, его длина и угол наклона, расстояние между параллельными прямыми, радиус окружности, тип линии и т.д.



Рис. 9. Строка параметров операции построения окружности

## Строка текущего состояния

*Строка текущего состояния* располагается над *Рабочей областью*. Она содержит характерные параметры текущего документа – вид, слой, масштаб отображения и т.д..

## Строка сообщений

*Строка сообщений* располагается внизу программного окна КОМПАС-График и показывает различные сообщения и запросы системы:

- дает пояснения о том элементе, на который в данный момент указывает курсор;


- сообщает о том, ввод каких данных ожидает система;
- дает краткую информацию по текущему действию, выполняемому системой.

## 1.3. Сохранение чертежа и завершение работы

### Сохранение чертежа

Сохранение файла чертежа в системе КОМПАС-График проводится также как и в других приложениях системы Windows.

При первом сохранении чертежа необходимо использовать следующую команду меню:

1. **Файл – Сохранить** или пиктограмму  на *Панели управления*.
2. В диалоговом окне «*Укажите имя файла для записи*» двойным щелчком выбрать необходимую папку.<sup>1</sup>
3. В строке «*Имя файла*» набрать имя чертежа и щелкнуть на кнопке **Сохранить**.


В дальнейшем для сохранения промежуточных и окончательного результата под старым именем удобнее использовать пиктограмму **Сохранить**



, а при необходимости сохранения чертежа под новым именем – команду меню **Файл – Сохранить как...**

### Завершение работы

Завершить работу в КОМПАС-График можно несколькими способами:

1. Щелчком на кнопке **Заккрыть** .
2. С помощью команды меню **Файл – Выход**.
3. Щелчком на пиктограмме **Выход**  на *Панели управления*.

---

<sup>1</sup> Для облегчения поиска чертежей, их удобнее сохранять в отдельных тематических папках. Если такой папки нет, то создают ее щелчком на кнопке **Создание новой папки**.


Если файл перед этим не был сохранен, то открывается диалоговое окно, в котором требуется подтверждение выхода из системы:

- сохранить чертеж – **Да**;
- не сохранять чертеж – **Нет**;
- отмена выхода – **Отменить**.

## 1.4. Открытие файла и создание нового документа





### Открытие файла чертежа

Открыть существующий файл чертежа для дальнейшей с ним работы можно двумя способами:


1. С помощью командного меню **Файл – Открыть**.
2. Щелчком на пиктограмме **Открыть**  на *Панели управления*.  
Дальнейшие действия аналогичны сохранению файла (см. п. 1.3.1).

### Создание нового документа

В КОМПАС-График могут быть созданы следующие документы:

1. «Чертеж»  – документ, содержащий изображение детали или сборочной единицы, технические требования, обозначения неуказанной шероховатости, основную надпись. Размер чертежа ограничен установленным для него форматом.
2. «Фрагмент»  – документ, отличающийся от чертежа отсутствием элементов оформления и представляющий собой лист неограниченного размера. Он предназначен для хранения типовых элементов конструкции и последующей вставки их в другие документы.
3. «Спецификация»  – документ, определяющий состав сборочной единицы.
4. «Текстовый документ» .

Для создания любого документа достаточно щелкнуть на пиктограмме

**Создать**  на *Панели управления*, затем выбрав необходимый тип документа в появившемся окне, или выполнить команду меню **Файл – Создать...**

## 1.5. Ввод координат параметров

### Способы ввода параметров


1. **Ввод с помощью клавиатуры.** Координаты точек и значения параметров геометрических объектов (диаметр, длина, угол наклона и т.п.) вводятся на запрос системы в соответствующие поля в *Строке параметров*. Для того чтобы активизировать нужное поле параметров необходимо щелкнуть на нем левой клавишей мыши (ЛКМ). После ввода значения параметров их фиксируют нажатием клавиши *<Enter>*. Такой способ ввода координат является точным.
2. **Ввод с помощью графического курсора.** Координаты заданной точки вводят указанием курсора в нужную точку рабочего поля чертежа с последующей фиксацией ее щелчком ЛКМ.
3. **Ввод с помощью привязок.** Привязки служат для установки курсора в характерные точки существующих на чертеже объектов.

### Привязки


В КОМПАС-График существует два типа привязок – **локальные** и **глобальные**.

Меню локальных привязок (рис. 10) вызывается нажатием правой клавиши мыши (ПКМ) на рабочем поле чертежа.

Локальные привязки действуют однократно, в связи с этим их неудобно использовать, если требуется выполнить несколько одинаковых привязок подряд. В этом случае необходимо применять глобальные привязки. Они вы-

зываются с помощью специальной кнопки , расположенной в *Строке текущего состояния* и действуют постоянно. По умолчанию включена при-

вязка «Ближайшая точка». Добавить (или отключить) новую привязку в действующий список можно включением (отключением) флажка в прямоугольной области рядом с ее названием (рис. 1.11).

Одновременное отключение всех глобальных привязок осуществляется с помощью кнопки .

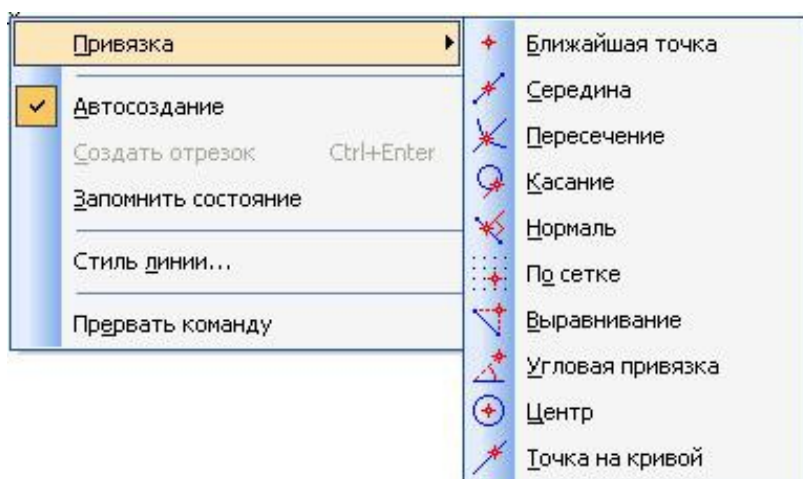


Рис. 1.10. Меню локальных привязок

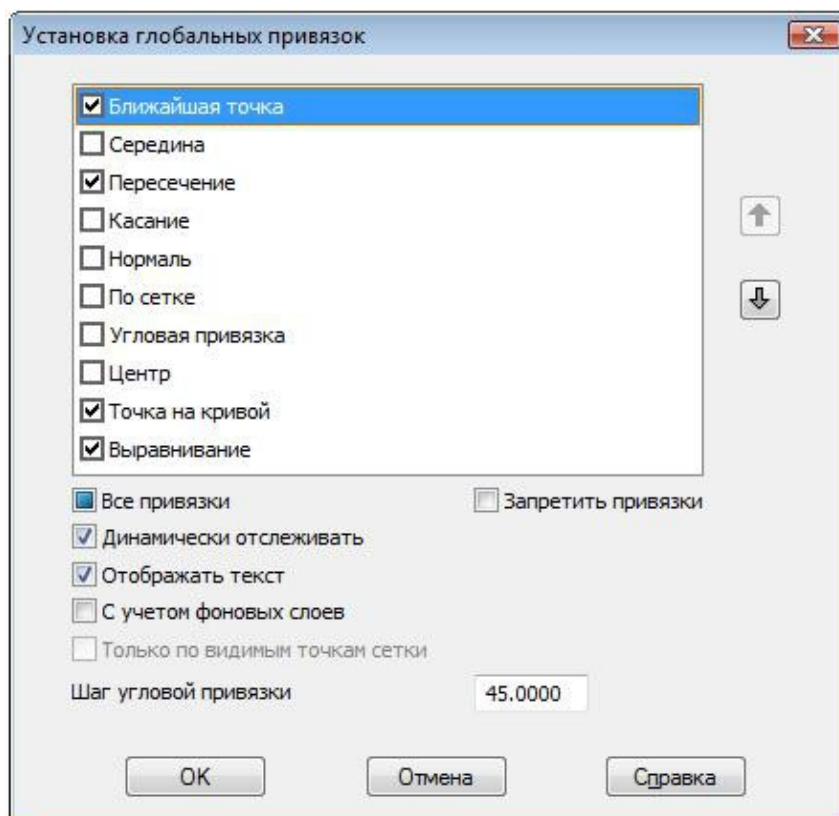


Рис. 1.11 Окно установки глобальных привязок


## 1.6. Системы координат

### Абсолютная система координат

В КОМПАС-График используются правые декартовы системы координат.

Начало абсолютной системы координат «Фрагмента» отображается в середине окна, а начало абсолютной системы координат «Чертежа», по умолчанию находится в левом нижнем углу формата.


Каждый Вид<sup>2</sup> чертежа имеет свою систему координат. Ее положение указывается при создании нового вида:

1. Выполняется команда меню **Вставка** –  **Создать вид**.
2. Вводятся параметры нового вида в Стоке параметров.
3. Отвечая на запрос системы, указывается положение начала координат нового вида.<sup>3</sup>


### Локальная система координат

Для большего удобства построения чертежа используются локальные системы координат (ЛСК), позволяющие отмерять расстояния от той или иной точки детали под определенным углом. ЛСК может быть неограниченное количество. Создать первую ЛСК можно следующим образом:

1. С помощью команды меню **Вставка** – **Локальная СК** (или кнопкой **Ло-**


**кальная СК** ) вывести на экран изображение локально системы координат.


2. В *Строке параметров* объекта набрать имя новой системы координат (по

умолчанию система присваивает ей имя «*cs1*» )

<sup>2</sup> Следует различать понятия «Вид», принятые в инженерной графике и в графическом редакторе. Под Видом в КОМПАС – График подразумевается любое изолированное изображение, а не проекция внешней поверхности детали в строгом геометрическом толковании.

<sup>3</sup> Более подробно создание Видов будет рассмотрено во второй части пособия «Построение компьютерного чертежа детали».

3. Переместить мышью фантом с изображением осей в нужную точку чертежа (или ввести координаты и угол наклона ЛСК в *Строке параметров*).
4. Щелчком ЛКМ зафиксировать точку начала координат.
5. Нажать кнопку **Прервать команду**  на *Панели специального управления*.

В дальнейшем, используя команду меню **Вставка – Локальная СК** или кнопку **Локальная СК** , можно на *Панели свойств* «Выбор локальной СК» вводить новые системы координат или изменять параметры уже существующих.


Оси текущей ЛСК могут отображаться или не отображаться на экране. Настройка системы осуществляется с помощью команды меню **Сервис – Параметры – Система – Графический редактор – СК – Оси локальной системы координат – Показать**.








**Цель работы:** Изучение приемов построения плоских геометрических объектов с помощью команд Инструментальной панели «Геометрия».

**Задание:** Начертить геометрические примитивы по указанным алгоритмам и изучить принципы работы со *Строкой параметров*.

К плоским геометрическим объектам относятся точка, прямая (отрезок) и геометрические фигуры (окружность, эллипс, многоугольники). Эти объекты называются примитивами.

Все команды построения геометрических примитивов сгруппированы на Инструментальной панели **Геометрия**  (рис. 1.4).

### Команда построения Точки

Командная кнопка **Точка**  содержит несколько дополнительных подкоманд построения: **Точки на кривой** , **Точки пересечения двух кривых** , **Все точки пересечения кривой** , **Точка на заданном расстоянии** .

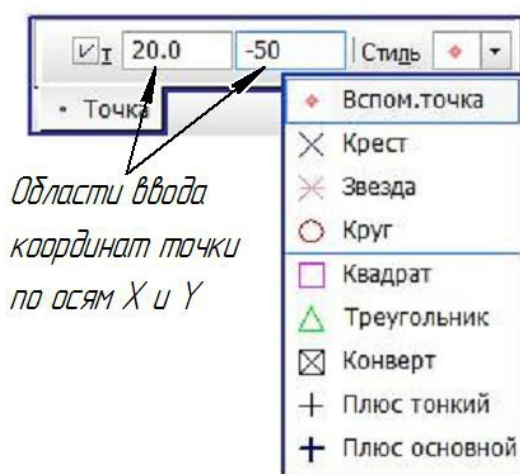





Рис. 1.12. Строка параметров операции построения точки

Точки на чертеже могут быть вспомогательными или функциональными (стиль изображения точки выбирается в соответствующем окне в *Строке параметров*) (рис. 1.12).

Ввод точки может быть осуществлен несколькими способами:

- Указанием положения точки на экране курсором (щелчком ЛКМ);
- заданием ее координат в соответствующих полях *Строки параметров* (рис.1.11).

### Команда построения Отрезка.

Командная кнопка **Отрезок**  включает в себя несколько дополнительных подкоманд: **Параллельный отрезок** , **Перпендикулярный отрезок** , а также группу команд построения **Касательных отрезков к кривым**.

Ввод отрезка может быть осуществлен следующими способами:

- с помощью указания курсором (щелчком ЛКМ) месторасположения на экране точек конца отрезка;
- заданием в *Строке параметров* координат концов отрезка, его длины и угла наклона.

Также в *Строке параметров* можно выбрать *Стиль линии* изображения отрезка.

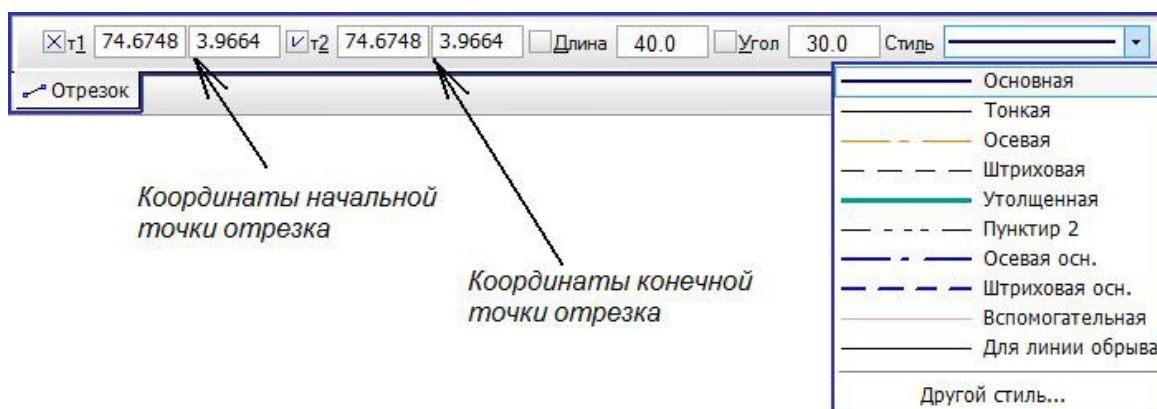


Рис.1.13. Строка параметров команды построения отрезка

**Упражнение 1.** Построить отрезок, если известна его длина, угол наклона и местоположение одного из концов.

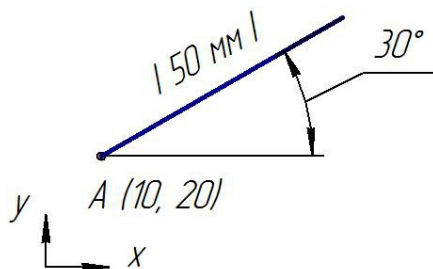



Рис.1.14. Построение отрезка

1. Включите систему КОМПАС – 3D.
2. На *Стартовой странице*, в *Строке падающих меню* или на *Панели управления* выберите команду построения нового документа типа «Фрагмент»



3. Постройте вспомогательную точку  $A(10, 20)$ .

➔ Включите команду построения **Точки** .

➔ В *Строке параметров* введите координаты точки. Для этого дважды щелкните ЛКМ в поле ввода координаты **X** и наберите на клавиатуре значение 10, переместите курсор в следующее поле и введите координату точки по оси **Y**, равную 20. Зафиксируйте значения координат точки **A** клавиатурной командой  $\langle Enter \rangle$ .


4. Постройте отрезок:

➔ Включите команду построения **Отрезка** .

➔ В *Строке параметров* в поле **Длина** введите значение 50, в поле **Угол** 30 (ввод цифровых значений заканчивайте командой  $\langle Enter \rangle$ ).

➔ Подведите курсор к точке **A** (рис. 1.14) и после срабатывания привязки «Ближайшая точка» щелкните на ней ЛКМ.

➔ Прервите команду построения отрезка щелчком на кнопке **Прервать**

команду  *Панели специального управления.*

**Упражнение 2.** Разбить заданный отрезок на три равные части.

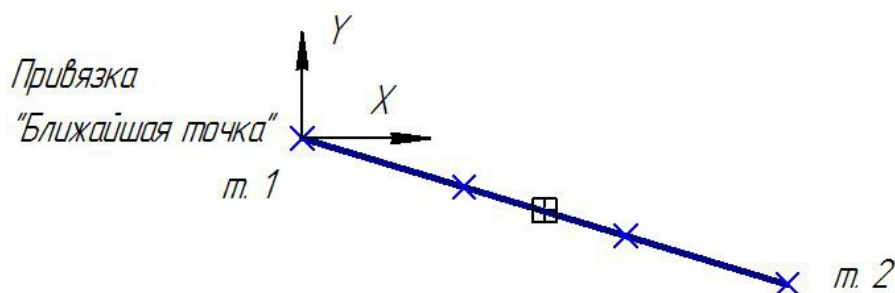




Рис. 1.15. Деление отрезка

1. Постройте произвольный отрезок, указав на экране щелчком ЛКМ в качестве начальной точки – точку начала координат (после срабатывания привязки «Ближайшая точка»), вторую точку выберите произвольно.
2. Разбейте произвольный отрезок на три части.

➔ Вызовите команду построения **Точки на кривой** , находящуюся на *Панели расширенных команд*. Для этого укажите курсором на команду


построения **Точки**  и удерживайте его до появления на экране панели расширенных команд, затем переместите курсор на соответствующую выбранной команде кнопку и отпустите клавишу мыши.

➔ В *Строке параметров* укажите количество участков, на которое необходимо по условию задачи поделить построенный отрезок




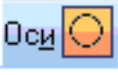

. При желании можно изменить стиль изображения точки (рис. 11).

➔ Щелкните ЛКМ на отрезке. Он будет поделен вспомогательными точками на три равных участка.

➔ Прервите команду построения .

## Команда Окружность

Кроме команды, вычерчивающей окружность по координатам точки центра и радиусу , данная пиктограмма содержит еще ряд команд построения окружности по различным параметрам.

В *Строке параметров* находятся области для введения координат центра и точки на окружности, радиуса (диаметра), а также кнопки отключения и включения изображения **оси** (, ). Здесь же находится поле выбора **Стиля линии**.

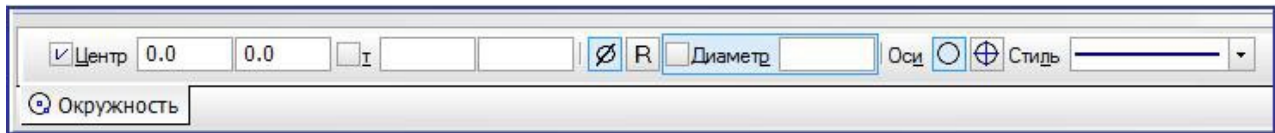





Рис. 1.16. Строка параметров команды построения окружности




## Команда Прямоугольник.

Эта пиктограмма кроме команды построения **Прямоугольника по двум точкам**, расположенным по диагонали , содержит подменю с пиктограммами операций построения **Прямоугольника по центру и вершине** , а также построения правильного **Многоугольника** .



В *Строке параметров* команд построения прямоугольника находятся области для введения координат точки центра и диагональных вершин, величин высоты и ширины. Также здесь располагаются кнопки включения и отключения изображения осей и изменения типа линий.

**Упражнение 3.** Команды построения окружностей и многоугольников изучить самостоятельно.

## Команды Скругление и Фаски.

Эти команды используются для скругления  или построения фаски  в пересечении двух независимых прямых, построенных, например, с помощью команды **Отрезок**. Кроме того, здесь же располагаются подкоманды построения скруглений и фасок на углах объектов (макроэлементов) .

В *Строке параметров* находятся списки стандартных **Радиусов** скругления или **Катетов** фаски и **Углов**, а также кнопки управления усечением объектов.

Удаление фаски или скругления осуществляется с помощью команды **Удалить фаску** , расположенной на странице редактирования .

**Упражнение 4.** Построить скругление угла.

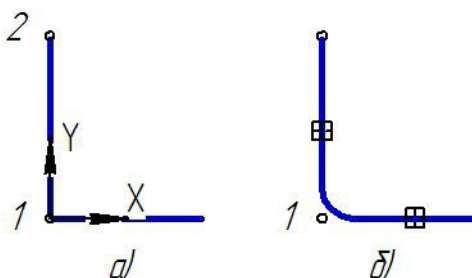



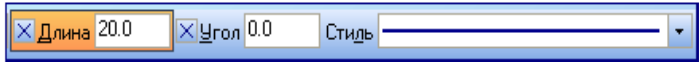



Рис. 1.17. Построение скругления

1. Создайте документ типа «Фрагмент» .
  2. Постройте из начала координат горизонтальный отрезок заданной длины с использованием привязки «Ближайшая точка».
- ➔ Щелчком на пиктограмме **Геометрия**  Инструментальной панели активизируйте соответствующую страницу этой панели.
  - ➔ Включите команду построения **Отрезка** .
  - ➔ В *Строке параметров* в соответствующие поля введите значение дли-


ны отрезка 20 мм и угла наклона  $0^\circ$  (ввод числовых значений завершается клавишей *<Enter>*),




стиль линии «Основная».

- ➔ Подведите курсор с фантомом отрезка в начало координат  и после срабатывания привязки «Ближайшая точка» щелкните на ней ЛКМ.


### 3. Постройте вертикальный отрезок произвольной длины

- ➔ В *Строке параметров* введите угол наклона отрезка  $90^\circ$ .
- ➔ Подведите курсор к узлу 1 первого отрезка (рис. 1.17 а), после срабатывания привязки щелкните на нем.
- ➔ При передвижении курсора вверх появляется фантом будущего отрезка. Щелчком мыши зафиксируйте узел 2.
- ➔ Прервите команду построения отрезка клавишей **Стоп**  на *Панели специального управления*.

### 4. Постройте скругление прямого угла радиусом 4 мм.

- ➔ Включите команду построения **Скругления** .
- ➔ В *Строке параметров* в поле **Радиус** из списка выберите значение 4 мм и включите кнопки **Усекать 1** и **2** элемента




- ➔ Поочередно подведите курсор к первому и второму отрезкам и после того, как они высветятся красным цветом, щелкните на них. Система построит скругление угла радиусом 4 мм.
- ➔ Прервите команду построения .


## **Упражнение 5.** Построить фаски на вершинах макроэлемента.

### 1. Постройте два прямоугольника высотой 30 мм и шириной 40 мм:

- ➔ Включите команду построения **Прямоугольника** .



→ В *Строке параметров* введите заданное значение высоты и ширины. Ввод цифровых значений завершите клавишей «Enter». Включите кнопку изображения осей .




























































































































































































































































































































































→ Нажмите кнопку **Запомнить состояние**  на *Панели специального управления*.

→ В произвольных местах экрана щелчком укажите местоположения прямоугольников.







→ Прервите команду построения .

2. Постройте **Фаски на углах объектов**  (рис. 1.18).

→ Выберите соответствующую подкоманду построения фаски.

→ В *Строке параметров* задайте **Длину 2,5**, **Угол 45**, режим **На всех углах контура**                                                         

                                                          

                                                          

                                                          

                                                          

                                                     

## Команда Вспомогательная прямая

Эта командная кнопка содержит команды построения: **Произвольной** , **Горизонтальной** , **Вертикальной** , **Параллельной** , **Перпендикулярной**  прямой, **Биссектрисы**  угла, а также команды построения **Касательных прямых**.

Вспомогательные прямые применяются для предварительного и вспомогательного построения и являются аналогами тонких линий и линий связи на чертеже.

Построение вспомогательной прямой во многом аналогично построению отрезка: необходимо задать две точки, через которые она проходит, либо одну точку и направление.

Вспомогательные линии не выводятся на печать (даже если они не удалены с экрана). Удалять вспомогательные линии удобно все сразу одной командой: **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки – В текущем виде**.

## Команда Непрерывный ввод объектов

Эту команду удобно использовать в том случае, когда необходимо обвести контур детали, предварительно построенный вспомогательными линиями и состоящий из элементов различного типа. Данная команда позволяет последовательно вычерчивать прямолинейные участки, дуги, сопряжения, сплайны и т.д. При этом конечная точка предшествующего элемента автоматически становится начальной точкой следующего. Процесс выполнения команды управляется дополнительными командными кнопками, расположенными в *Строке параметров* (рис. 1.19).

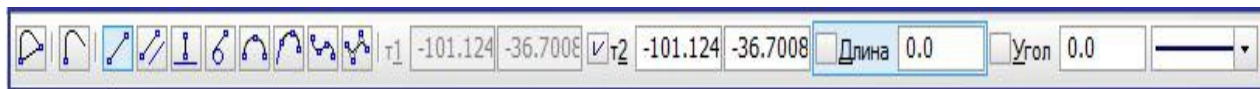







Рис. 1.19. Строка параметров команды «Непрерывный ввод объекта»

**Упражнение 6.** Построить плоский контур.

1. Создайте документ «Фрагмент» .
  2. Вызовите *Панель расширенных команд* построения **Вспомогательных прямых**  и выберите на ней команду построения **Вертикальной прямой** . Постройте вертикальную линию «a», указав щелчком ЛКМ точку примерно в середине экрана (рис. 1.20).
  3. Аналогично постройте **Горизонтальную прямую**  «b».
  4. Постройте прямые c, d, e, g.
- ➔ Включите команду построения **Параллельной прямой** .
- ➔ В *Строке параметров* в области **Расстояние** введите значение 10 мм.

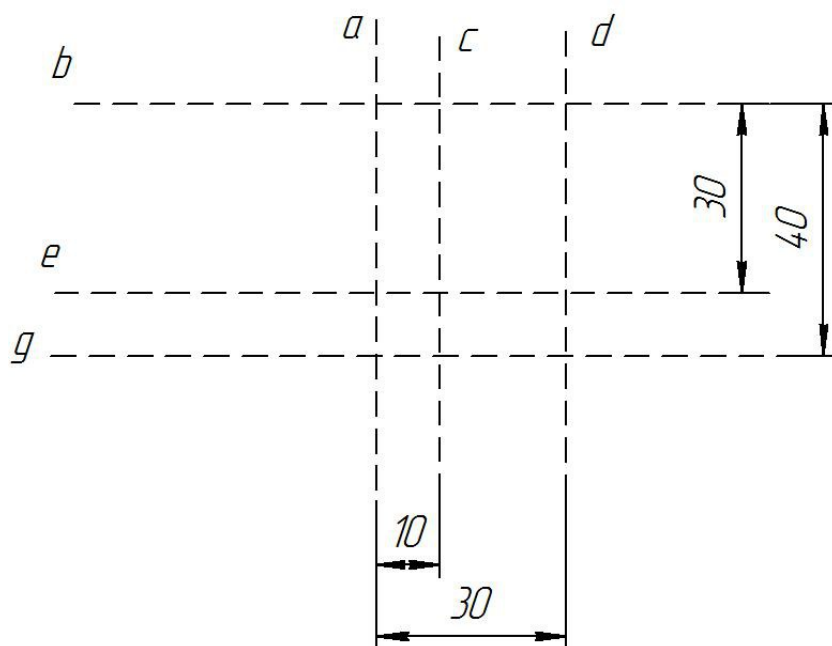




Рис. 1.20. Построение вспомогательных линий


- ➔ Укажите в качестве прямой для построения параллельной линии прямую «a». Для этого подведите к ней курсор, когда прямая высветится на экране красным цветом, щелкните на ней ЛКМ.
- ➔ Система предложит два варианта построения параллельных прямых:

фантом одного отображен на экране сплошной линией с изображением на ней курсора (текущий вариант), второй – штриховой линией. Если текущим вариантом является правый фантом (прямая «с»), завершите

построение параллельной линии командой **Ввод объекта** , в ином случае нужный вариант следует выбрать щелчком на нем ЛКМ.

➔ Аналогично постройте прямую «d», указав расстояние 30 мм (прямую, относительно которой следует вести построение в данном случае указывать не нужно, т.к. она была выбрана в предыдущем случае).


➔ Постройте горизонтальные параллельные прямые, для этого укажите в *Строке параметров* расстояние до них, а на Панели специального управления включите кнопку **Указать заново**  и выберите в качестве базового объекта прямую b.

➔ Прервите команду построения .

5. Постройте замкнутый контур 1-6.

➔ Включите команду **Непрерывный ввод объекта**.

➔ Постройте ломаную линию 1-2-3 после срабатывания привязки к узлам.

➔ Не прерывая команду построения, в *Строке параметров* включите команду построения **Сопряженная дуга**  и укажите точку 4.

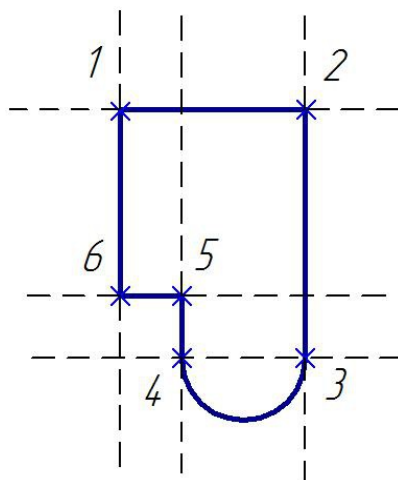




Рис. 1.21. Построение замкнутого контура командой «Непрерывный ввод объекта»

➔ Продолжите построение прямолинейных участков контура до точки 6, переключив при этом построение на команду **Отрезок**  (эта кнопка располагается в *Строке параметров*).

➔ Замкните контур с помощью команды **Замкнуть** .

➔ Прервите команду построения .

6. Самостоятельно постройте скругление вершины 2 и окружность диаметром 10 мм (рис. 1.22). Перед построением скругления удалите вспомогательные линии командой **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки**.

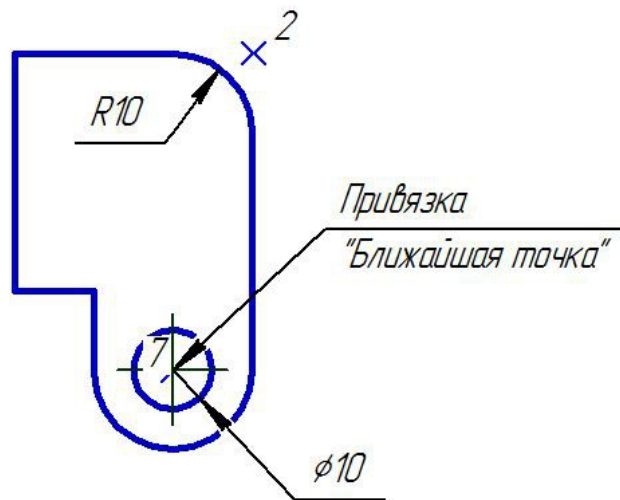



Рис. 1.22.


7. Сохраните чертеж  под именем «*Контур*» в свою папку.

## **Лабораторная работа №2. РЕДАКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ЧЕРТЕЖА**

Во время работы над чертежом постоянно приходится выполнять различные операции над объектами: стирать, переносить, копировать, масштабировать и т.п. Прежде чем выполнять эти действия, необходимо объекты выделить.

**Выделить объект чертежа** – указать на экране те элементы чертежа, которые в дальнейшем будут подвергнуты операциям редактирования или удаления.

Выделенные объекты на экране отображаются зеленым цветом. Кроме того, у них появляются узелки (характерные точки элемента), которые можно передвигать по экрану с помощью нажатой ЛКМ, таким образом перемещая объекты или редактируя размеры геометрического элемента.

В КОМПАС – 3D возможны различные способы выделения объектов как с помощью мыши, так и с помощью команд меню **Выделить - ...** или пиктограмм Инструментальной панели **Выделение**  (рис. 1.23).

### **Выделение объектов с помощью мыши**

1. К нужному объекту подводится курсор и щелкается на нем ЛКМ, цвет объекта при этом изменяется. Для того чтобы отменить выделение объекта достаточно щелкнуть курсором в любом свободном месте экрана.
2. Если необходимо выделить несколько объектов, нужно нажать кнопку «*Shift*» и, удерживая ее нажатой, одновременно щелкать ЛКМ на нужных объектах.
3. Несколько объектов можно выделить с помощью прямоугольной рамки. Для этого курсор устанавливается на свободное место, нажимается ЛКМ и удерживается в нажатом состоянии, при этом мышь перемещается и на экране вслед за ней отображается рамка.

## Выделение объектов с помощью команд меню

- Команда **Выделить объект** позволяет произвольно выделить объекты указанием на них курсором.
- Команда **Выделить рамкой** выделяет все объекты целиком попавшие внутрь прямоугольной рамки.
- Команда **Выделись текущей рамкой** выделяет все объекты которые полностью попали внутрь рамки или частично были ей задеты и т.д.
- Прерывают команду выделения клавишей «Esc».

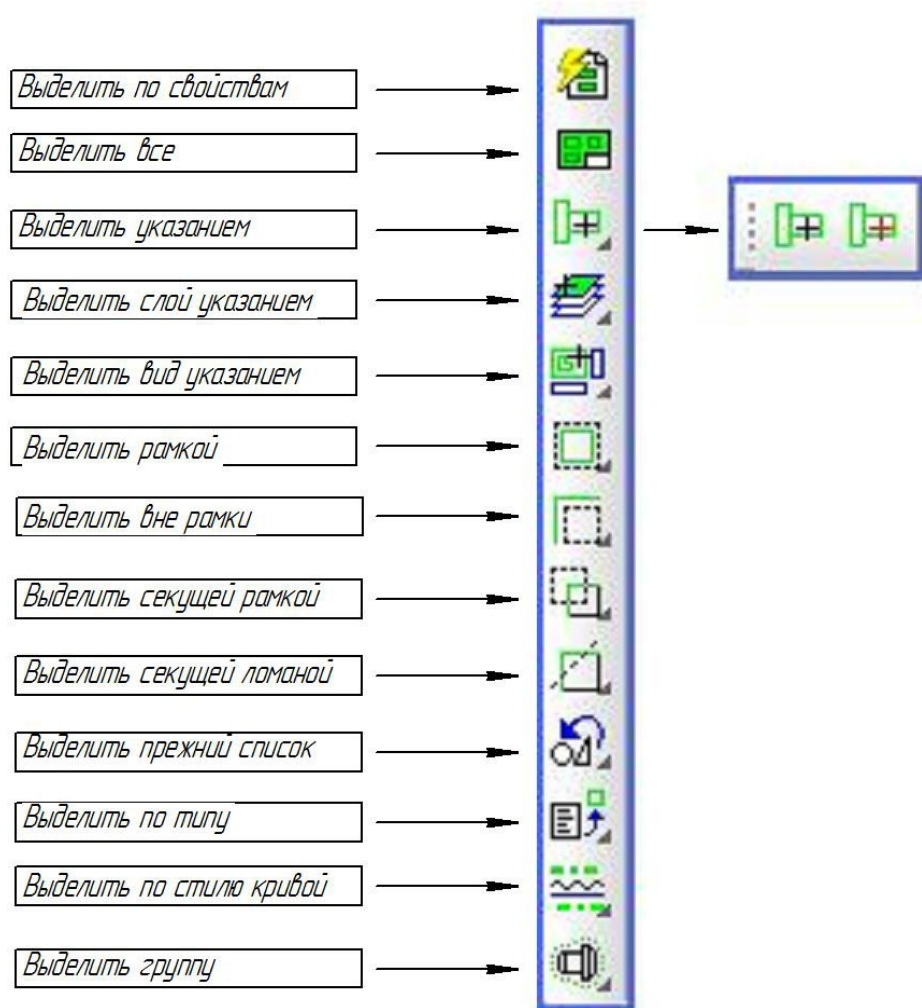



Рис. 1.23. Инструментальная панель «Выделение»












Снять выделение со всех объектов можно щелчком ЛКМ в свободном месте поля чертежа, а с одного из выделенных объектов – повторным щелчком на нем ЛКМ с удерживаемой при этом в нажатом состоянии клавишей <Shift>.




## Редактирование объектов

Инструментальная панель **Редактирование**  содержит пиктограммы операций редактирования объектов (рис. 6).

Наиболее часто используемые команды редактирования:

- Группа команд **Сдвиг**  позволяет переместить выделенный объект в новое положение. При этом следует указать базовую точку объекта (начальную точку перемещения) и новое положение этой точки (конечная точка перемещения).
- Команды **Копирование**  дают возможность создания на чертеже одной или нескольких копий выделенных объектов. Кроме простого копирования перемещением, оно может осуществляться по окружности , по параллелограммной  или concentric сетке  сетке, а также по кривой линии .
- Команда **Поворот**  осуществляет перемещение точек объекта вокруг одной выбранной точки на заданный угол.
- **Масштабирование**  – изменение масштаба выделенного объекта относительно указанной точки (центра масштабирования).
- **Симметрия**  – зеркальное отображение выделенного объекта относительно выбранной оси.
- **Деформация объекта** – изменение формы указанных рамкой участков объекта сдвигом, поворотом или масштабированием.
- **Усечь кривую**  – команда, позволяющая быстро удалить лишний участок линии до пересечения с ближайшими линиями чертежа.
- **Усечь кривую по двум точкам**  – удаление участка кривой между двумя указанными точками.



- Разбить кривую  – деление линии на две части в указанной точке.

Также редактировать объекты можно изменением параметров команды, создавшей этот объект.

### Упражнение 1. Редактирование контура детали.

1. Вызовите на экран ранее созданный фрагмент «Контур», выполнив команду меню **Файл - Открыть - ...- Контур**.
2. Скопируйте окружность вместе с центровыми линиями в точку 8. Для этого (рис. 1.24):

➔ Выделите эти объекты последовательными щелчками на них ЛКМ, при этом удерживая клавишу «Shift».

➔ Включите команду **Копирование**  на странице **Редактирование** .

➔ В качестве базовой точки укажите точку центра окружности, в качестве новой точки, после срабатывания привязки «Ближайшая точка», - точку центра радиуса скругления.

➔ Прервите команду копирования  и снимите выделение с объекта.

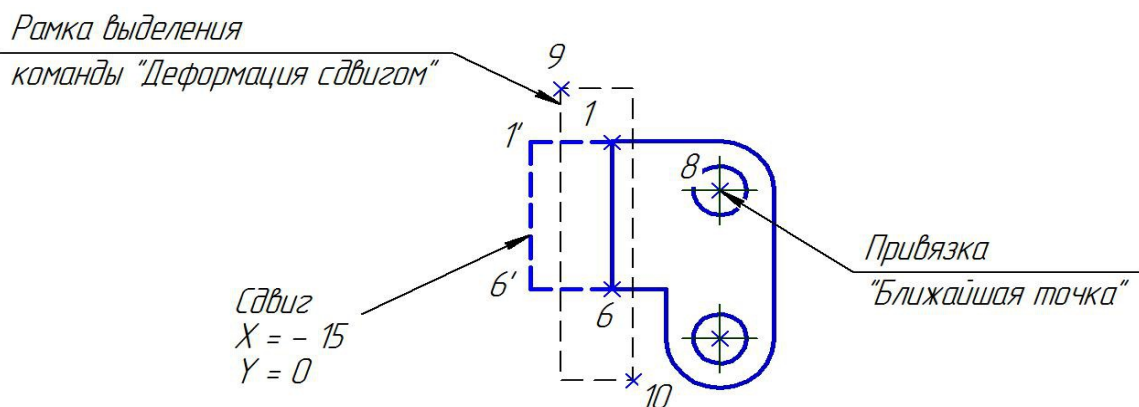



Рис. 1.24. Редактирование контура командой «Деформация сдвигом»

3. Вытяните часть детали с помощью операции **Деформация сдвигом** :

➔ Включите данную команду, укажите ЛКМ точку 9 и, передвигая мышью,

захватите в область выделяющей рамки участок 1 – 6, подвергаемый деформации.

➔ В *Строке параметров* установите размеры сдвига по оси  $X=-15$ , по оси  $Y=0$ .

➔ Прервите редактирование .

4. Постройте изображение детали с помощью команды **Симметрия**:

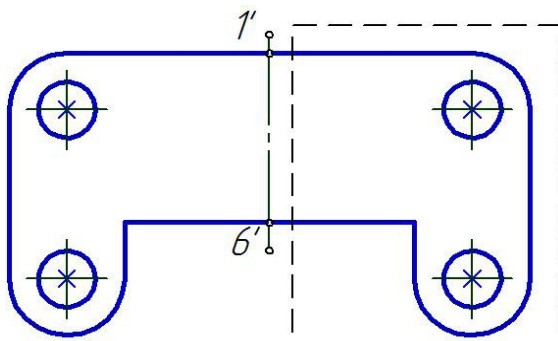




Рис. 1.25. Редактирование контура командой «Симметрия»

➔ С помощью команды **Выделить – Секущей рамкой** выделите изображение детали, как показано на рис. 1.25. Завершите команду выделения клавишей  $\langle Esc \rangle$ .


➔ Включите команду **Симметрия** .

➔ В *Строке параметров* выберите режим **Оставлять исходные объекты** .


➔ Поочередно укажите точки 1' и 6' оси симметрии.

➔ Прервите команду построения , .

5. Отредактируйте ось симметрии.


➔ Измените стиль линии отрезка 1'6' с «Основной» на «Осевую» (рис. 1.25). Для этого двойным щелчком выделите отрезок. В *Строке параметров* измените стиль линии. Подтвердите изменения клавишей **Ввод** объекта .

➔ Увеличьте длину осевой линии (в соответствии со стандартом осевые

линии должны выступать за пределы контура изображения). Включите кнопку **Ортогональное черчение**  в *Строке текущего* состояния. Т. к. выделение с отрезка 1бб еще не снято, активизированы его характерные точки (они отображаются в виде черных небольших квадратов). Подведите курсор к точке 1б, при этом его вид изменится. Нажмите ЛКМ и переместите курсор немного вверх, увеличив длину отрезка. Повторите операцию для второго конца отрезка (точки бб).

➔ Отключите кнопку **Ортогональное черчение** .

➔ Снимите выделение с отрезка щелчком ЛКМ в любом месте экрана.

6. Сохраните чертеж .

## Упражнение 2. Построение гайки М22.

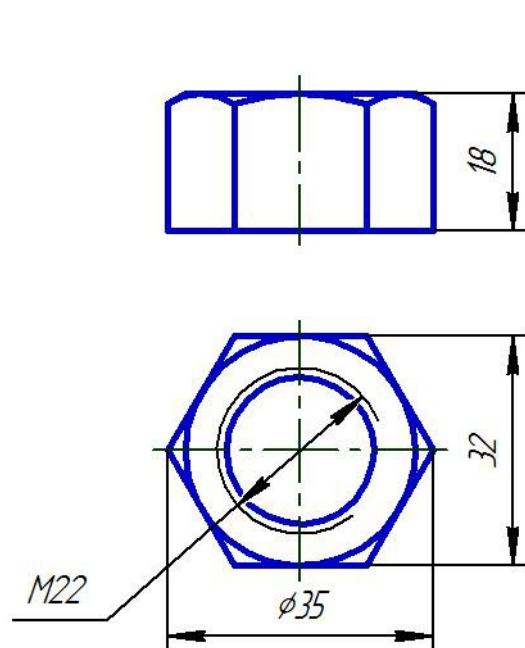





Рис.1.26. Графическое задание для построения изображений шестигранной гайки



1. Откройте новый документ типа «Фраг-

мент» .

2. Начертите горизонтальный очерк призмы (правильный шестиугольник):

➔ Активизируйте команду построения

**Многоугольника** , расположенную на странице **Геометрия**  (рис. 1.4).

➔ В *Строке параметров* из списка «Количество вершин» выберите число 6, включите кнопки построения многоугольника **по описанной окружности** , **отрисовку осей**  и в области **диаметр** введите значение 35 мм угол 0, тип линии «Основная».

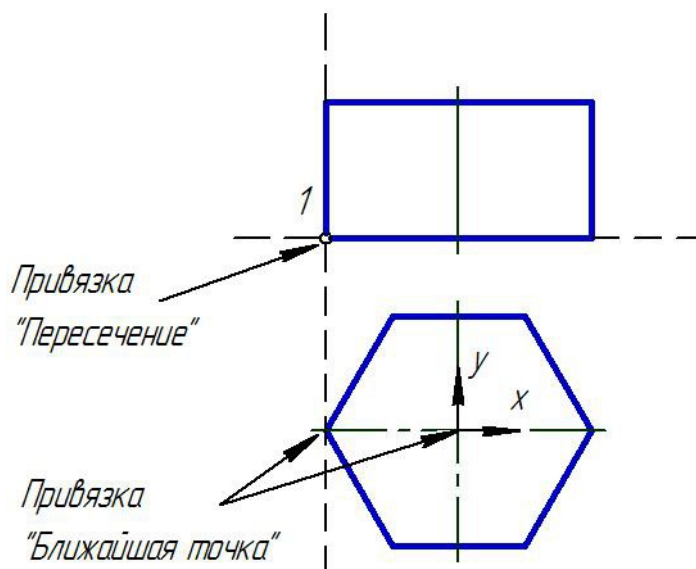




Рис. 1.27. Построение фронтального и горизонтального очерков детали


- ➔ Подведите фантом шестиугольника к началу координат, и после срабатывания привязки «Ближайшая точка» зафиксируйте его щелчком ЛКМ.

- ➔ Завершите команду .


### 3. Начертите фронтальный очерк призмы (рис. 1.27):

- ➔ Командами **Горизонтальная**  и **Вертикальная**  прямая начертите вспомогательные прямые, определяющие положение фронтальной проекции гайки на чертеже.

- ➔ Включите команду **Прямоугольник** .

- ➔ В *Строке параметров* задайте **высоту 18 мм**, **ширину 35 мм** и включите отрисовку осей , тип линии «Основная».





- ➔ Подведите фантом прямоугольника к точке пересечения вспомогательных прямых, и после срабатывания привязки зафиксируйте его.

- ➔ Завершите команду построения .

### 4. Система построила центровые линии. Отредактируйте их, оставив одну вертикальную осевую линию:

- ➔ Выделите центровые линии двойным щелчком ЛКМ.

- ➔ В *Строке параметров* включите кнопку **одна ось**  и угол 90.

- ➔ Создайте объект  и снимите выделение.
- 5. Постройте проекции ребер призмы (рис. 1.28):
  - ➔ Разбейте макроэлемент «Прямоугольник» на отдельные отрезки с помощью команды меню **Редактор – Разрушить** , предварительно выделив его щелчком на контуре ЛКМ.
  - ➔ Командой **Точки по кривой**  разбейте верхнее основание призмы на 4 части.
  - ➔ Включите команду **Перпендикулярный отрезок** . В качестве базовой линии укажите мишенью на верхнее основание. Постройте вертикальные отрезки, привязавшись к вспомогательным точкам.

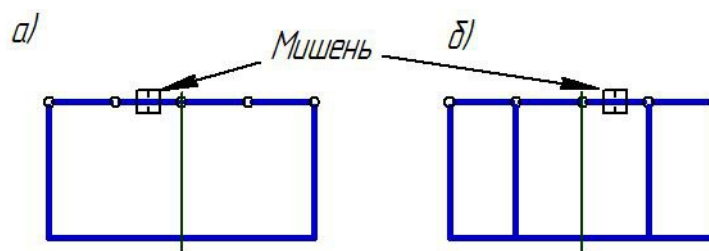


Рис. 1.28. Построение проекций ребер гайки

- 6. Постройте фаску на верхнем основании гайки:

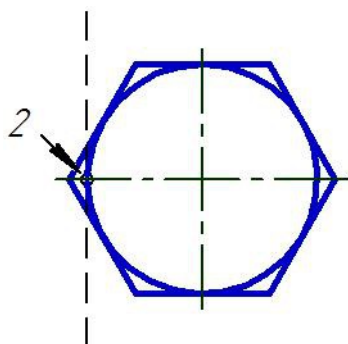




Рис. 1.29. Построение горизонтальной проекции фаски

- ➔ На виде сверху начертите **Окружность** , вписанную в шестиугольник (рис. 29).
- ➔ Начертите вспомогательную **Вертикальную прямую** , касающуюся этой окружности в точке 2.
- ➔ На виде спереди постройте наклонную вспомогательную линию, проходящую через точку 3 под углом  $30^\circ$  и горизонтальную линию, проходящую через точку 4 (рис. 1.30).

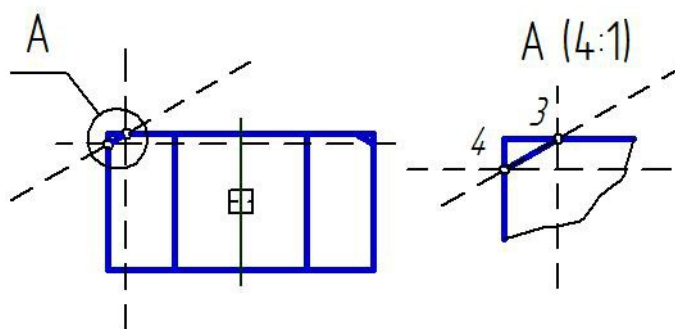










Рис. 1.30. Построение фронтальной проекции фаски

- ➔ Постройте **Отрезок**  3-4, тип линии – «Основная».
- ➔ Перейдите на страницу **Редактирования** .
- ➔ Выделите щелчком отрезок 3-4.
- ➔ Активизируйте команду **Симметрия** . В *Строке параметров* выберите режим **Оставлять исходный объект** , а на *Панели специального управления* – **Выбор базового объекта** .
- ➔ Укажите мишенью на вертикальную ось вида спереди.
- ➔ Создайте объект  и снимите выделение.

7. Коническая поверхность фаски пересекается с гранями призмы по гиперболам. Начертите их проекции в виде дуг:

- ➔ Включите команду **Разбить кривую** .
- ➔ Укажите мишенью на проекцию верхнего основания призмы, затем на точку 5 (рис. 1.31).
- ➔ Завершите команду построения .

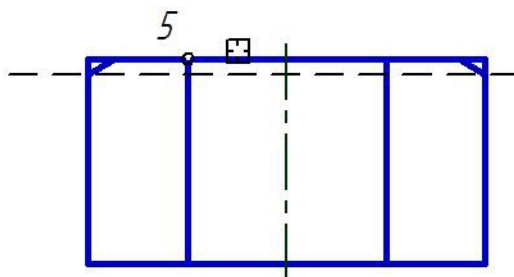





Рис. 1.31. Использование команды «Разбить кривую»



- ➔ Перейдите на страницу **Геометрия**  и выберите из меню построения дуг команду **Дуга по 3 точкам** .
- ➔ В качестве первой базовой точки укажите точку 4.
- ➔ Включите ПКМ локальную привязку «Середина». Подведите курсор в область точки 5, и после срабатывания привязки, зафиксируйте ее. Постройте третью точку дуги – точку 6 (рис. 1.32).
- ➔ Для построения центральной дуги достаточно воспользоваться привязкой «Ближайшая точка».
- ➔ Прервите команду построения .

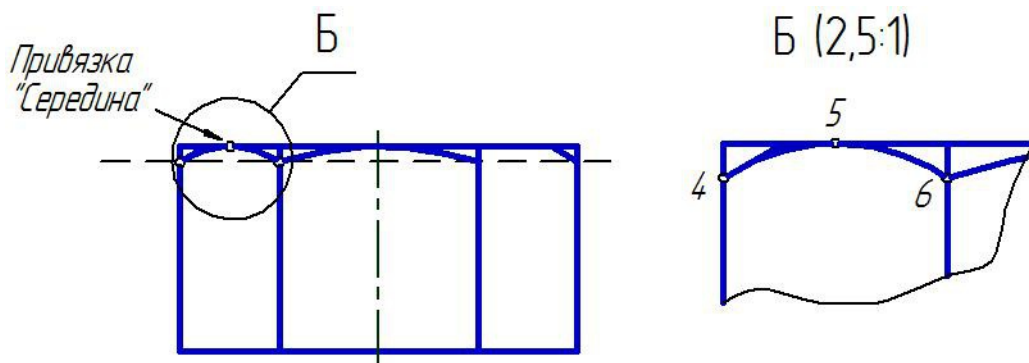







Рис. 1.32. Построение линий пересечения конической поверхности фланки с призматической поверхностью гайки

- ➔ Постройте правую дугу копированием. Для этого перейдите на страницу **Редактирование** . Выделите изображение левой дуги. Включите команду **Копия** . В качестве базовой точки укажите точку 4. Передвиньте фантом дуги вправо и укажите ее новое положение.
  - ➔ Прервите команду построения , снимите выделение с объекта.
8. Отредактируйте изображение вида спереди, удалив лишние участки отрезков:
- ➔ Включите команду **Усечь объект**  и мишенью укажите участки отрезков в соответствии со стрелками на рисунке 1.33.
  - ➔ Прервите команду .

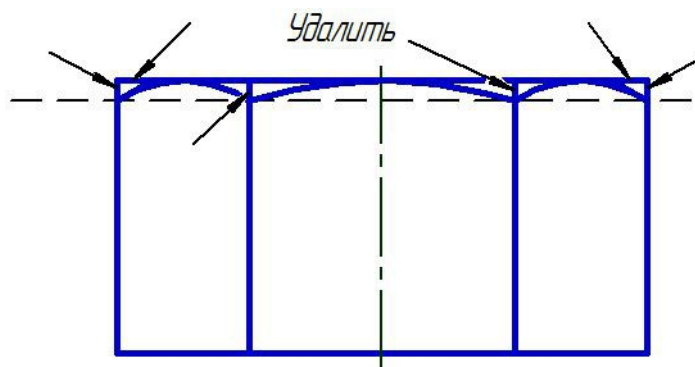






Рис. 1.33. Редактирование изображения командой «Усечь объект»



9. Постройте на виде сверху резьбовое отверстие:


➔ Перейдите на страницу **Геометрия**  и с помощью команды **Окружность**  постройте две окружности диаметром 22 мм и 19 мм, без отрисовки осей .

➔ Завершите команду построения .

➔ Двойным щелчком выделите окружность диаметром 22 мм и в *Строке параметров* измените тип линии на «Тонкая».

➔ Введите изменение  .

➔ Преобразуйте окружность в дугу. Для этого перейдите на страницу **Редактирование** , включите команду **Усечь кривую 2 точками** . Выделите окружность мишенью. Укажите на ней участок усечения двумя точками, затем укажите точку внутри удаляемого участка (рис. 1.34).

➔ Прервите команду .

10. Сохраните чертеж под именем «Гайка».

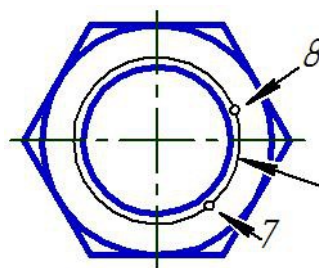


Рис. 1.34. Построение проекции резьбового отверстия

### **Лабораторная работа №3. ПОСТРОЕНИЕ ЦИРКУЛЬНОГО СОПРЯЖЕНИЯ**

**Цель работы:** Изучение приемов построения сопряжений.

Многие детали имеют плавные переходы поверхностей, которые обусловлены конструктивными формами или технологией их изготовления.

**Сопряжение** – плавный переход одной прямой или кривой линии в другую при помощи дуги заданного радиуса. Точка, в которой происходит этот переход, называется **точкой сопряжения**.

**Центром сопряжения** называется точка, равноудаленная от сопрягаемых линий и отстоящая от них на величину радиуса сопряжения.

Непременное условие сопряжения – возможность построения в точке сопряжения общей касательной.

При выполнении сопряжений на чертеже необходимо знать приемы, основанные на двух положениях геометрии:

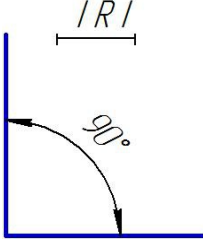
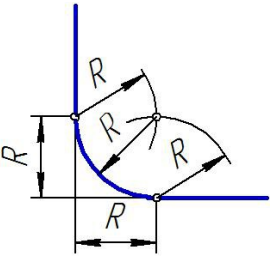


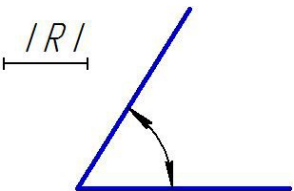
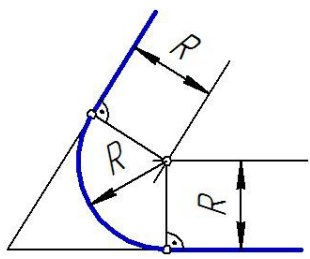

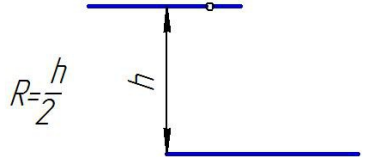
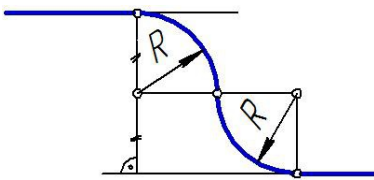

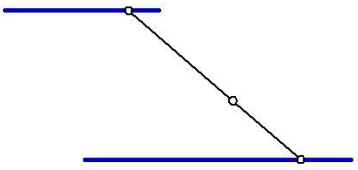
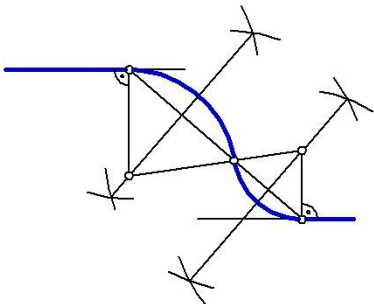
- прямая, касательная к окружности, образует прямой угол с радиусом, проведенным в точку касания;
- точка касания двух окружностей всегда лежит на прямой, соединяющей их центры.

Геометрическое место точек, равноудаленных:

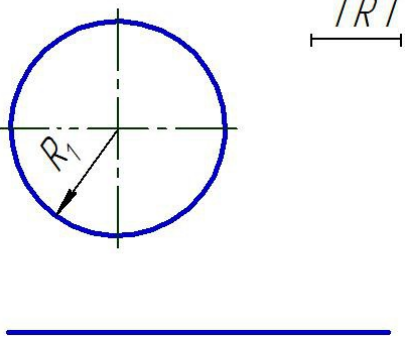
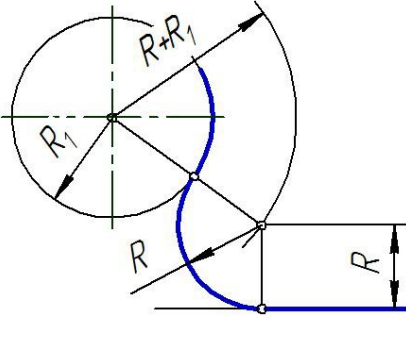

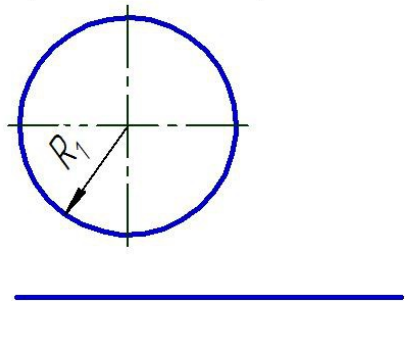
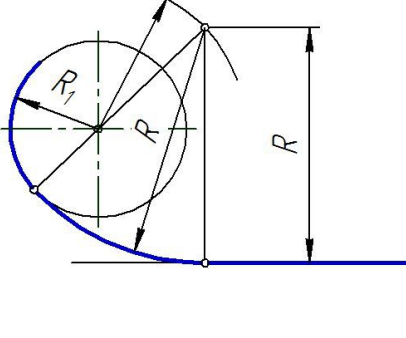
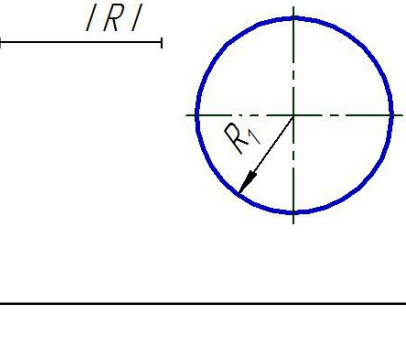
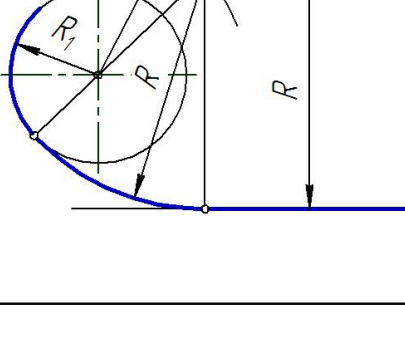
- *от прямой линии* – параллельная прямая, удаленная от нее на величину радиуса;
- *от окружности* – концентрическая окружность, радиус которой зависит от вида сопряжения (суммы заданных радиусов - для внешнего сопряжения, разности радиусов – для внутреннего).

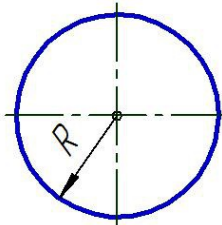
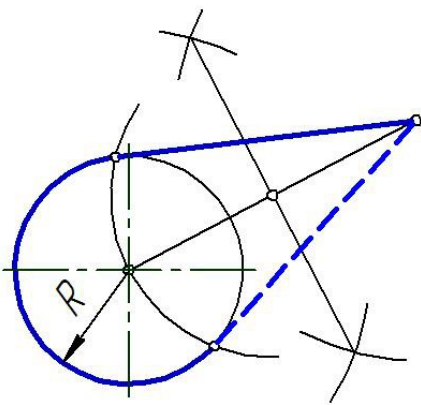


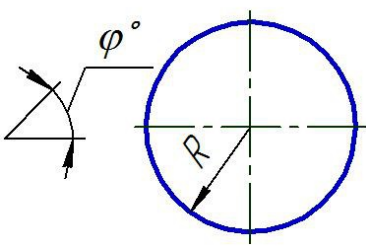
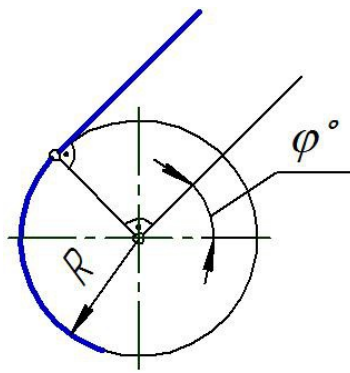


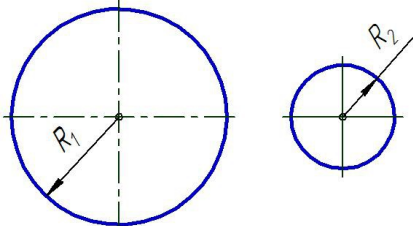
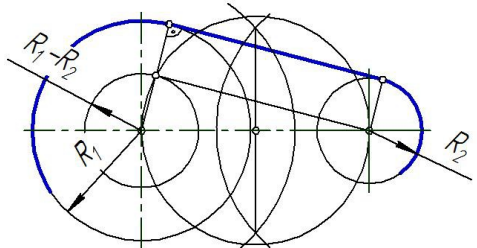

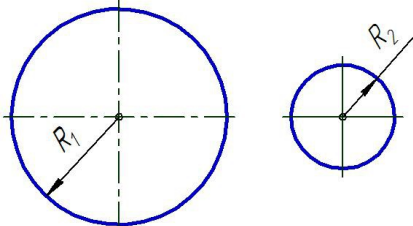
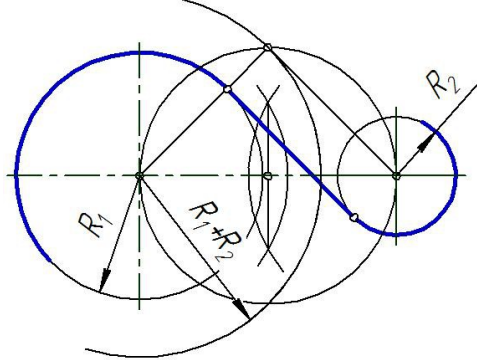

Примеры выполнения наиболее распространенных сопряжений и соответствующие им команды в Компас-График приведены в табл. 1, 2, 3.

## Сопряжение прямых линий

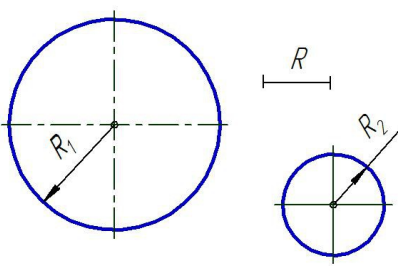
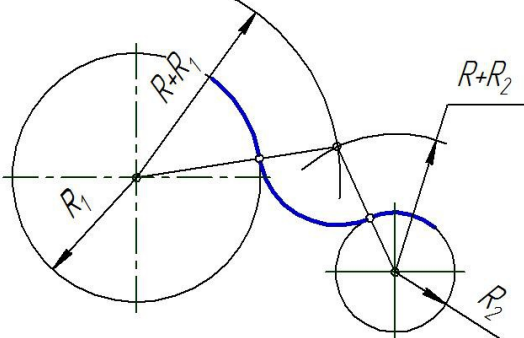
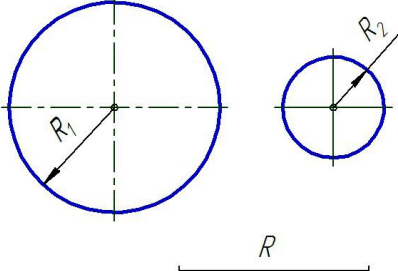
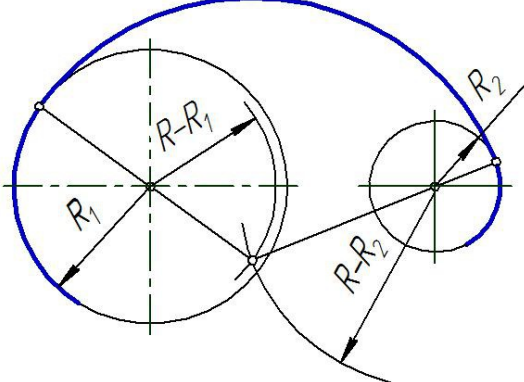

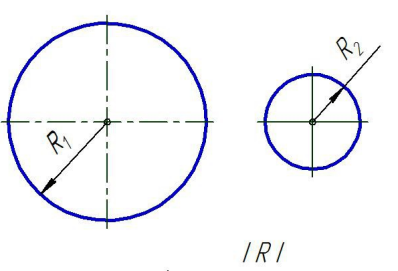
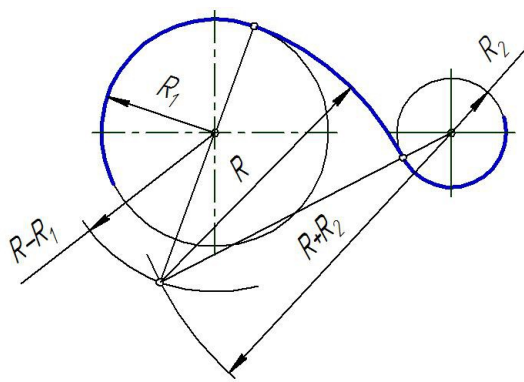
	Элементы сопряжения	Определение центра и точек сопряжения вручную	Функциональные команды
	1	2	3
Скругление углов			Скругление  , 
			Скругление 
Сопряжение параллельных линий	 <p><math>R = \frac{h}{2}</math></p> <p><i>Задана одна из точек сопряжения</i></p>		Дуга, касательная к кривой 
	 <p><i>Заданы точки сопряжений и точка перехода сопрягающих дуг</i></p>		

## Сопряжение прямой с окружностью

	Элементы сопряжения	Определение центра и точек сопряжения вручную	Функциональные команды
	1	2	3
Плавный переход прямой в дугу окружности	<p><i>Внешнее сопряжение</i></p> 		<p>Окружность, касательная к двум кривым</p> 
	<p><i>Внутреннее сопряжение</i></p> 		
	<p><i>Внешне-внутреннее сопряжение</i></p> 		

	1	2	3
Касательные к одной окружности	<p data-bbox="239 257 654 336"><i>Задана внешняя точка, принадлежащая касательной</i></p> 		<p data-bbox="1204 235 1412 403">Касательный отрезок через внешнюю точку</p>  <p data-bbox="1204 470 1412 660">Касательная прямая через внешнюю точку</p> 
	<p data-bbox="271 694 558 772"><i>Задан угол наклона касательной</i></p> 		<p data-bbox="1204 694 1412 817">Касательный отрезок через точку кривой</p>  <p data-bbox="1204 884 1412 1075">Касательная прямая через точку кривой</p> 
Касательные к двум окружностям	<p data-bbox="367 1153 558 1187"><i>Внешнее касание</i></p> 		<p data-bbox="1204 1332 1412 1467">Отрезок, касательный к двум кривым</p> 
	<p data-bbox="367 1568 590 1601"><i>Внутреннее касание</i></p> 		<p data-bbox="1204 1534 1412 1668">Прямая, касательная к двум кривым</p> 

### Сопряжение двух окружностей

Элементы сопряжения	Определение центра и точек сопряжения вручную	Функциональные команды
<p style="text-align: center;"><i>Внешнее сопряжение</i></p> 		
<p style="text-align: center;"><i>Внутреннее касание</i></p> 		<p>Окружность, касательная к двум кривым</p> 
<p style="text-align: center;"><i>Внешне-внутреннее касание</i></p> 		





**Задание:** Рассмотреть принципы построения циркульного сопряжения на примере выполнения чертежа детали «Поводок трензеля» (рис. 1.35).


### ***Упражнение 1.*** Построение контура детали



**Выполнить:**

- ✓ Построить сопряжение элементов детали «Поводок», руководствуясь рисунками 1.35 — 1.38 и пояснениями к ним.
- ✓ Рассмотреть два способа обводки контура детали. Способ 1 – обводка по элементам (рис. 1.39 – 1.42). Способ 2 – использование команды «Собрать контур» (рис. 1.43).

#### **Создание нового документа «Фрагмент»**

1. Запустите систему Компас – 3D.


2. Создайте новый документ типа «Фрагмент» , воспользовавшись командой меню **Файл – Создать – Фрагмент** или пиктограммой **Создать**

 - **Фрагмент**  на *Панели управления*.


3. Запишите только что созданный документ с помощью команды **Файл – Сохранить как - ...** под именем «*Поводок заготовка*».

#### **Построение сопрягаемых окружностей**


1. Определите положение точек центров отверстий (рис. 1.36).

➔ Щелчком на пиктограмме **Геометрия**  Инструментальной панели активизируйте соответствующую страницу этой панели.

➔ Включите кнопку **Точка** .

➔ Укажите ЛКМ положение точки 1 в начале координат .

➔ Введите координаты точки 2 (0; 130) в *Строке параметров* в область

**Положение точки**    , активизировав поля координат X и Y двойным щелчком ЛКМ, завершите ввод клавишей <Enter>.

➔ Аналогично постройте вспомогательную точку 3 (140, 50).

➔ Завершите ввод вспомогательных точек клавишей **Прервать команду**

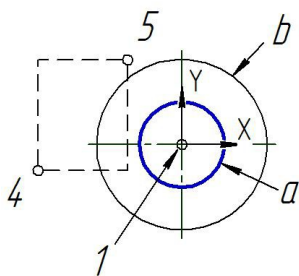
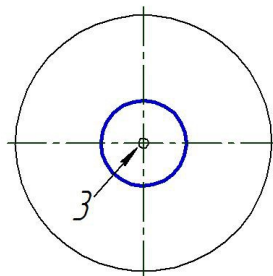
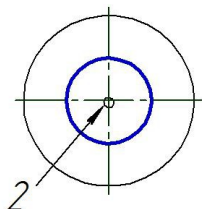


Рис. 1.36. Определение положения точек центров отверстий

2. Постройте окружности *a* (рис. 1.36) диаметром 20 мм с центрами в точках 1, 2, 3.

➔ Включите команду построения **Окружности** .








➔ В *Строке параметров* в поле **диаметр окружности** введите значение ,

20 включите кнопку **Без отрисовки осей**  , выберите стиль линии

- «Основная» 

➔ На *Панели специального управления* включите кнопку **Запомнить со-**

**стояние** .

- ➔ Укажите поочередно щелчком ЛКМ центры окружностей в точках 1, 2, 3.
3. Постройте окружность  $b$  диаметром 40 мм в точке 1.
- ➔ В *Строке параметров* в поле **Диаметр окружности** введите значение , 40 включите отрисовку осей , измените текущий стиль линии на «Тонкая» и отключите кнопку **Запомнить состояние** . После этого укажите центр окружности в точке 1.
  - ➔ Прервите команду ввода окружности .
4. Скопируйте окружность  $b$  в точки 2 и 3.
- ➔ Включите команду меню **Выделить – Секущей рамкой**.
  - ➔ В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку прямоугольной рамки» щелкните мышью примерно в точке 4 (рис. 1.36), плавно переместите курсор в точку 5, захватывая в область выделения часть окружности и осевой линии, завершите выделение щелчком ЛКМ. Выделенные объекты при этом будут отображаться на экране зеленым цветом.
  - ➔ Прервите команду выделение объектов .
  - ➔ Перейдите на страницу **Редактирование**  и включите команду **Копия** указанием .
  - ➔ В качестве базовой точки копирования выделенных объектов выберите точку 1, в качестве нового положения – поочередно укажите точки 2 и 3.
  - ➔ Завершите работу команды копирования .
  - ➔ Снимите выделение с объектов щелчком ЛКМ в свободном месте поля чертежа.
5. Измените диаметр окружности с центром в точке 3 на 60 мм.
- ➔ Выделите окружность двойным щелчком мыши на ней.
  - ➔ В *Строке параметров* введите новое значение диаметра – 60.

➤ Нажмите на кнопку **Создать объект** . Система отредактирует радиус окружности.

➤ Снимите выделение окружности щелчком ЛКМ.

➤ Отредактируйте осевые линии. Для этого выделите их щелчком ЛКМ и с помощью курсора переместите точки концов осевых линии (на экране они отображаются черными квадратами) на окружность. Снимите выделение.

6. Сохраните полученный результат с помощью пиктограммы **Сохранить**



### Построение сопряжений

1. Постройте сопряжение радиусом 130 окружностей  $b$  и  $c$  (внутреннее касание) (рис. 1.37).

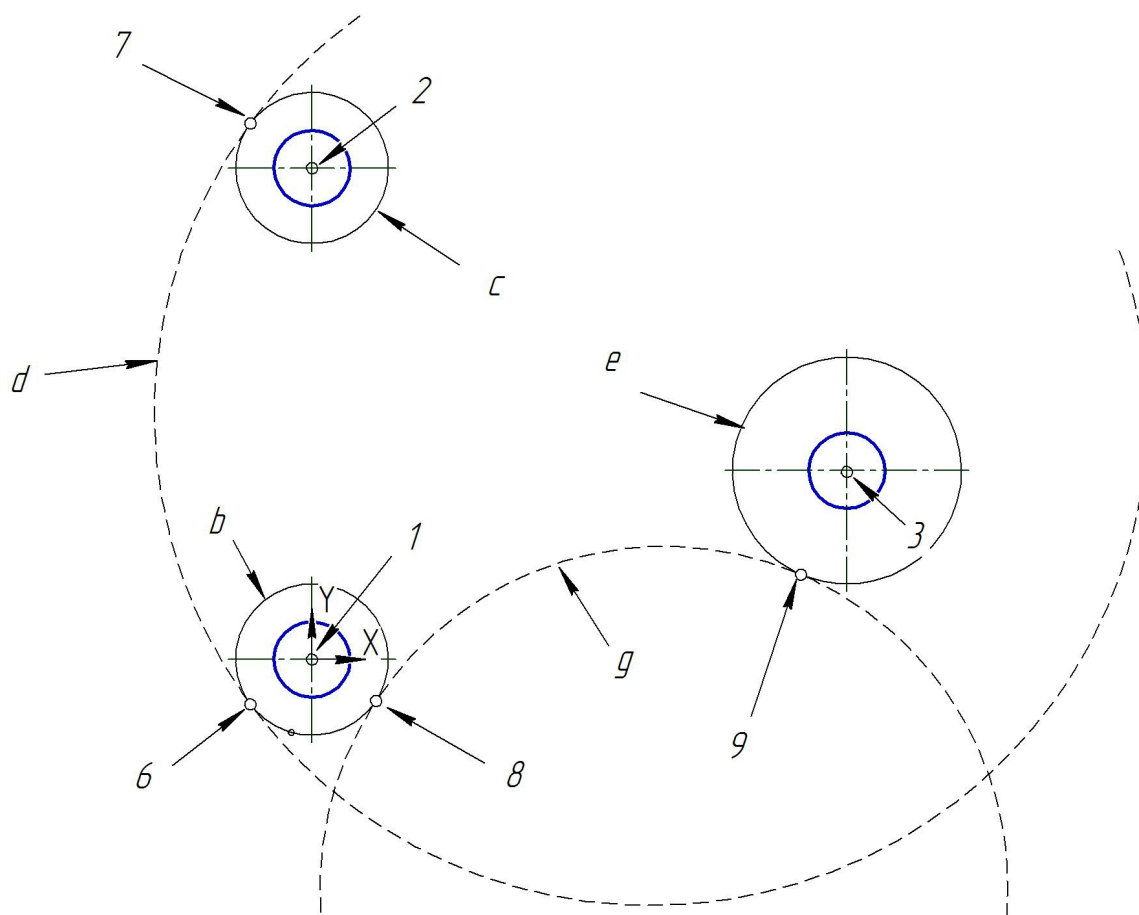



Рис. 1.37. Построение вспомогательных окружностей внешнего и внутреннего сопряжения между двумя окружностями

→ Включите команду построения окружности, **Касательной к двум кри-**

**вым** , расположенной на *Панели расширенных команд Геометрия*





→ В *Строке параметров* укажите радиус дуги сопряжения




, стиль линии – «Вспомогательная».

→ На вопрос системы «Укажите первую кривую для построения касательной окружности» щелкните мышью на окружности *b* примерно в точке *б*, в качестве точки на второй кривой укажите точку *7* окружности *c*.

→ Из множества вариантов касательных, предложенных системой, выберите окружность *d*, указав ее щелчком мыши.



→ Завершите ввод объекта кнопками **Создать объект**  и **Прервать команду** .

2. Аналогично постройте внешнее сопряжение дугой *g* с радиусом *90 мм* между окружностями *b* и *e*.
3. Постройте внешнюю касательную прямую *f* к двум окружностям *c* и *e* (рис. 1.38).

→ Включите команду построения вспомогательной прямой, **Касательной к двум кривым** .

→ Укажите в качестве первой кривой для построения касательной, окружность *c* в примерном месте касания (точка *10*). В качестве второй кривой укажите окружность *e* в точке *11*.

→ Из множества построенных вариантов касательных выберите прямую *f*.









→ Завершите ввод объекта кнопкой **Создать объект** , затем **Прервите команду** .

4. Постройте касательную к окружности, расположенную под углом  $33^\circ$ .

→ На *Панели расширенных команд* построения вспомогательных прямых





- ➔ Укажите курсором нужный вариант параллельной прямой (прямая  $h$  на рис. 1.38) и **Создайте объект** .
  - ➔ Щелчком на кнопке **Прервать команду**  завершите построения параллельных прямых.
  - ➔ Включите на *Панели расширенных команд* построения вспомогательных прямых кнопку **Касательная прямая через внешнюю точку** .
  - ➔ На запрос системы «Укажите кривую для построения вспомогательной прямой» щелкните ЛКМ на окружности  $e$  в точке  $I3$ . А на вопрос «Укажите точку на вспомогательной прямой или введите ее координаты» щелкните в месте пересечения вспомогательных прямых  $h$  и  $k$  (точка  $I4$ ).
  - ➔ Выбрав нужную касательную щелчком на ней, **Создайте объект**  и **Прервите команду** .
6. Постройте сопряжение прямых линий  $f$  и  $k$  дугой окружности  $m$ , радиусом 30 мм.
- ➔ Вызовите *Панель расширенных команд* построения окружностей и включите кнопку **Касательная к двум кривым** .
  - ➔ В *Строке параметров* в поле **Радиус** укажите значение радиуса окружности – 30 мм.
  - ➔ Последовательно укажите на прямые  $f$  и  $k$ .
  - ➔ Из множества вариантов выберите окружность  $m$ .
  - ➔ Завершите построение. прямой кнопкой **Прервать команду** .
7. Сохраните полученный результат с помощью пиктограммы **Сохранить** .

## Обводка контура детали

Обводку контура можно осуществить несколькими способами.

### Способ 1.

1. Создайте резервный файл с помощью команды **Файл – Сохранить как** под именем «*Поводок вариант 1*».
2. Разбейте окружность *b* на два участка (рис. 1.39).

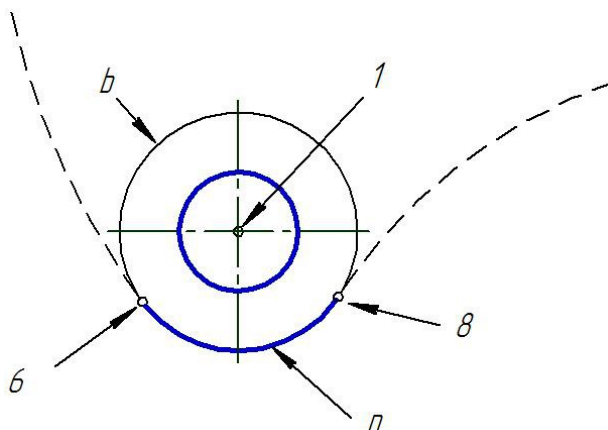




Рис. 1.39. Обводка контура с помощью команд редактирования объекта

- ➔ Включите на странице **Редактирование**  кнопку **Разбить кривую** .
- ➔ На вопрос системы «Укажите кривую для разбиения» выберите окружность *b*, щелкнув на ней ЛКМ.
- ➔ На вопрос «Укажите точку кривой для разбиения» подведите курсор к точке сопряжения *6* (должна сработать привязка «Пересечение») и щелкните на ней.
- ➔ В качестве второй точки укажите точку *8*.

Окружность разбита на две дуги. При подведении курсора к одной из ее частей она высвечивается красным цветом

3. Аналогичным образом разбейте окружности *c* и *e* в точках сопряжения.
4. Измените тип линии дуг окружностей.

- ➔ Нажмите клавишу *<Shift>* и, удерживая ее, последовательно укажите дуги *n*, *c* и *e*, выделяя их в группу объектов для редактирования. Они высветятся зеленым цветом.
- ➔ Выполните команду меню **Сервис – Изменить стиль**.
- ➔ В Диалоговом окне «Изменение стилей выделенных объектов» раскройте поле «Чем заменить» и выберите тип линии «Основная». Закройте Диалоговое окно, нажав на кнопку «ОК».
- ➔ Снимите выделение с элементов щелчком ЛКМ на свободном месте поля чертежа.

5. Обведите участки линии *k* (рис.1.40).

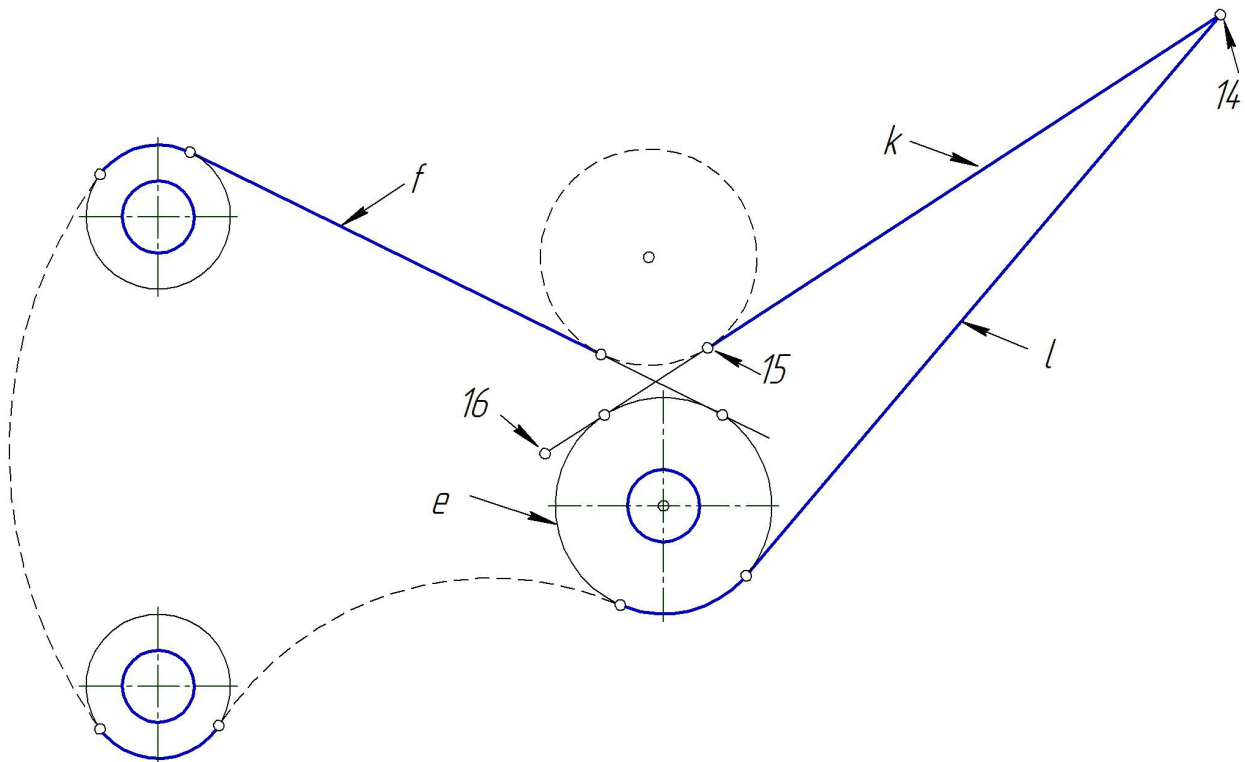





Рис. 1.40. Обводка контура с помощью команды «Отрезок»

- ➔ Включите кнопку **Ввод отрезка**  на Панели **Геометрия** .
  - ➔ В *Строке параметров* в поле **Тип линии** выберите «Основная»
- 
- ➔ Система запросит первую и последнюю точки отрезка. Укажите точки *14* и *15*.

- ➔ Измените тип линии на «Тонкая» и постройте отрезок [15,16]. В точке 16 используйте привязку «Точка на кривой».
- 6. Аналогичным образом обведите оставшиеся прямолинейные участки сопряжений и прервите команду ввода отрезка - .
- 7. Обведите сопрягающие дуги (рис.1.41).

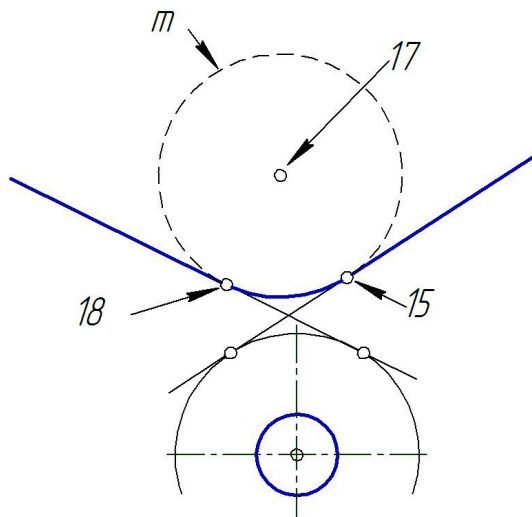

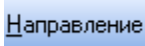






Рис. 1.41. Обводка контура с помощью команды «Дуга окружности»

- ➔ Активизируйте команду **Ввод дуги** .
- ➔ Измените тип линии на «Основная».
- ➔ В качестве центра дуги укажите точку 17, построение дуги **По часовой стрелке**  , начальная точка дуги -15, конечная – 18.
- 8. Аналогичным образом обведите оставшиеся сопрягающие дуги и прервите команду построения дуги .
- 9. Удалите вспомогательные построения.
  - ➔ Выполните команду меню **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки**.
- 10. Постройте скругление острого угла в точке 14 радиусом 3 мм (рис. 1.42).
  - ➔ Нажмите кнопку **Скругление**  на Панели **Геометрические построения** .
  - ➔ В *Строке параметров* в поле **Радиус скругления** введите значение 3.

➔ Включите отмену **Усечения первого и второго объекта** , .

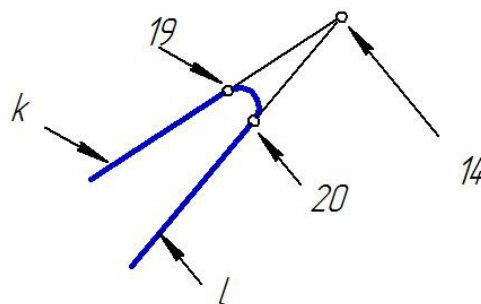


Рис. 1.42. Построение скругления острого угла

➔ В качестве первой линии для построения скругления укажите прямую  $k$ , в качестве второй линии – прямую  $l$ .

➔ Прервите команду .



11. Измените стиль линии отрезков 14-19 и 14-20 на «Тонкая».

12. Сохраните полученный результат с помощью пиктограммы **Сохранить** .

## Способ 2.

1. Прочитайте из архива файл «Поводок заготовка» и создайте его резервную копию с помощью команды **Файл – Сохранить как** под именем «Поводок вариант 2».

2. Соберите контур детали<sup>5</sup> (рис. 1.43).

➔ Активизируйте команду **Собрать контур**  на *Панели инструментов Геометрия* .

➔ Выберите стиль линии «Основная».

➔ На вопрос системы «Укажите точку около первого элемента, включаемого в контур», щелкните курсором чуть выше линии  $k$ , примерно в точке  $2l$ <sup>6</sup>. Появится фантом первого участка контура и стрелка, указывающая предполагаемое направление обвода.

<sup>5</sup> **Контур** – тип объекта Компас-График 3D V..., состоящий из последовательно соединенных линейных элементарных объектов (отрезков, дуг, ломанных и т.д.).

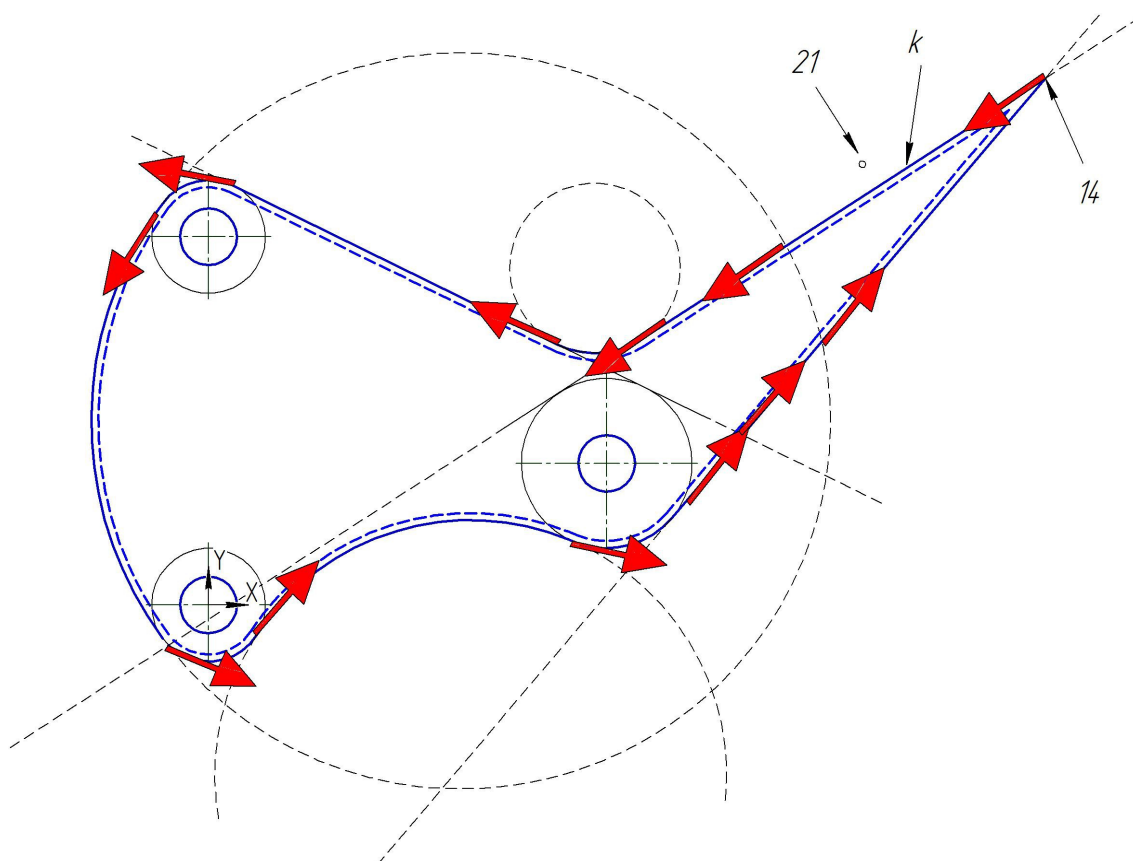


Рис. 43. Обводка контура с помощью команды Панели специального управления «Собрать контур»

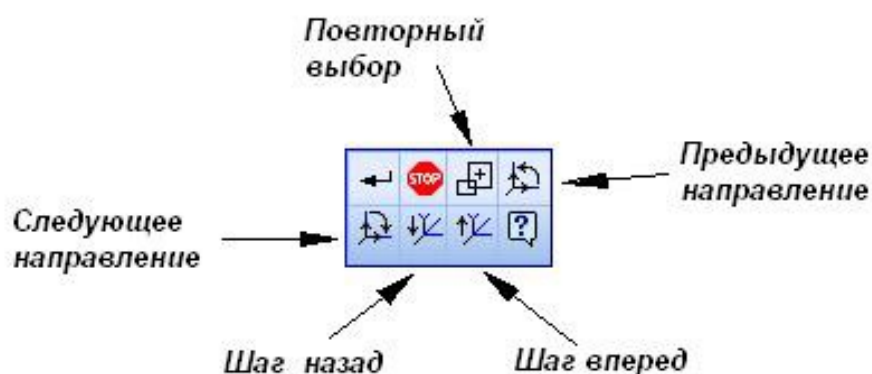


Рис. 1.44. Панель специального управления инструментальной панели «Геометрии»

➡ Задавая в каждом ветвящемся узле направление с помощью кнопок *Панели специального управления* (рис. 1.44), продолжите формирование контура до тех пор, пока стрелка не окажется в точке 14. Подтвержда-

<sup>6</sup> 1. При построении замкнутого контура не имеет значение, какой из элементов будет выбран начальным. Если выполняется построение незамкнутого контура, то указывается начальная точка вблизи его первого элемента, включаемого в контур.



2. Направление сборки может идти по часовой стрелке (если выполняется щелчок правее или ниже элемента) или против часовой стрелке (если левее или выше).

ется правильное направление обхода щелчком на стрелке.

➔ Щелчком на кнопке **Создать объект**  закончите формирование контура.

➔ Завершите команду **Собрать контур** кнопкой **Прервать команду** .

1. Выполните скругление острого угла *14* радиусом 3 мм.

➔ Активизируйте команду **Скругление на углах объекта**  на *Панели расширенных команд* **Скругление** .


➔ В Строке параметров в поле **Радиус скругления** введите значение **3**.

➔ Щелкните мышью в точке *14* контура.

➔ Прервите команду **Скругление на углах объекта** .

2. Доработайте изображение детали в соответствии с рисунком 35.

3. Удалите вспомогательные линии.



4. Сохраните полученный результат .

## **Упражнение 2.** Простановка размеров и окончательное оформление чертежа

*Выполнить:*

- ✓ Создать документ типа «Чертеж».
- ✓ Проставить размеры на чертеже в соответствии с рис. 1.35.
- ✓ Заполнить основную надпись.
- ✓ Записать готовый чертеж в архив.

### **Создание документа типа «Чертеж»**

1. Создайте новый документ типа «Чертеж» , воспользовавшись командой меню **Файл – Создать – Чертеж** или пиктограммой **Создать** .

- **Чертеж**  на *Панели управления*.



**Примечание:** По умолчанию система создает лист формата А4 с типом основной надписи «Чертеж конструкторский, лист первый».


2. Измените формат документа.

- ➔ Выполните команду меню **Сервис – Параметры... – Параметры первого листа – Формат**.
- ➔ В области **Обозначение** выберите формат *А3*, **Ориентация** – *Горизонтальная*.

3. Сохраните документ  под именем «Поводок трензеля».

4. Прочитайте из архива фрагмент детали «Поводок. Вариант 1».

5. Включите команду **Выделить – Рамкой** и выделите изображение детали (рис. 1.45).

- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку прямоугольной рамки» щелкните мышью на точке 22.
- ➔ Плавно переместите курсор по рабочему полю и в качестве конечной точки рамки укажите точку 23.
- ➔ Завершите работу команды щелчком на кнопке **Прервать команду** .

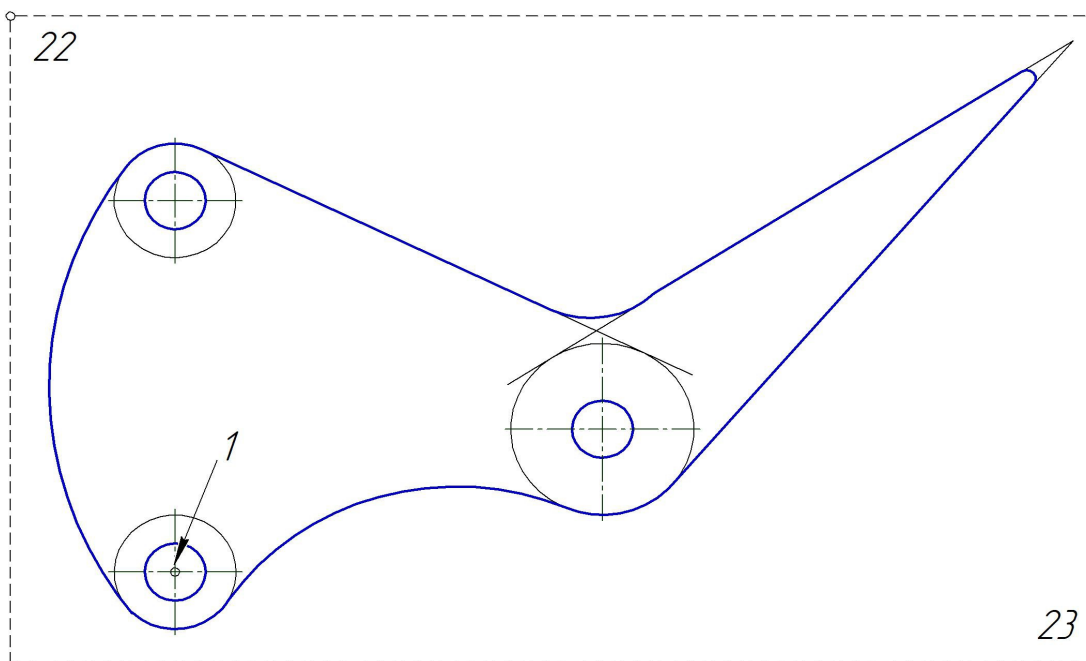




Рис. 1.45. Копирование изображения в буфер обмена

6. Выполнив команду меню **Сервис – Объединить в макроэлемент**, объеди-

ните изображение детали в пользовательский макроэлемент.<sup>7</sup>,




7. Скопируйте изображение детали в чертеж «Поводок трензеля».

- ➔ Щелкните на кнопке **Копировать**  на *Панели управления*.
- ➔ На запрос системы «Укажите положение базовой точки или введите ее координаты» переместите курсор в точку 1 и после срабатывания привязки щелкните на ней.
- ➔ Перейдите в документ «Поводок трензеля» и вставьте в него из буфера обмена изображение детали с помощью пиктограммы **Вставить** .
- Плавно передвигая фантом детали по полю чертежа найдите оптимальное его расположение на листе и зафиксируйте щелчком ЛКМ.
- ➔ Прервите команду клавишей <Esc>.

8. Сохраните изменения в документе .

### Простановка размеров

1. Проставьте расстояние между окружностями, равное 130 мм (рис. 46).

- ➔ Включите кнопку **Линейные размеры**  на странице **Размеры**  Инструментальной панели
- ➔ Задайте ориентацию размера, включив кнопку **Вертикальный**  в *Строке параметров*.
- ➔ Укажите точки окончания центровых линий 24 и 25 (рис. 1.46) и передвинув фантом размерной линии примерно на 10 мм от контура детали, щелкните мышью.

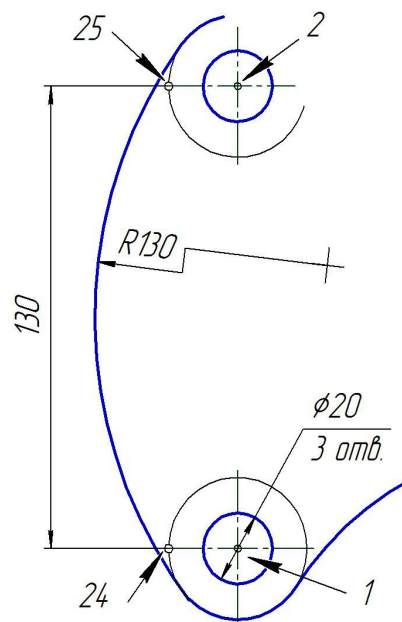




Рис. 1.46. Простановка размеров

<sup>7</sup> **Макроэлемент** – тип объекта Компас – 3D, состоящий из нескольких простых элементов, но воспринимаемых системой как единое целое.

2. Аналогичным образом проставьте оставшиеся линейные размеры и проставьте команду ввода линейных размеров .

3. Проставьте диаметр отверстия с центром в точке 1.

- ➔ Включите кнопку **Диаметральный размер** .
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите окружность или дугу для построения размера» щелкните мышью в любой точке окружности.
- ➔ Откройте окно задания параметров размеров щелчком в поле **Текст**, расположенном в *Строке параметров*. Заполните окно **Задание размерной надписи** так, как показано на рис. 1.47.

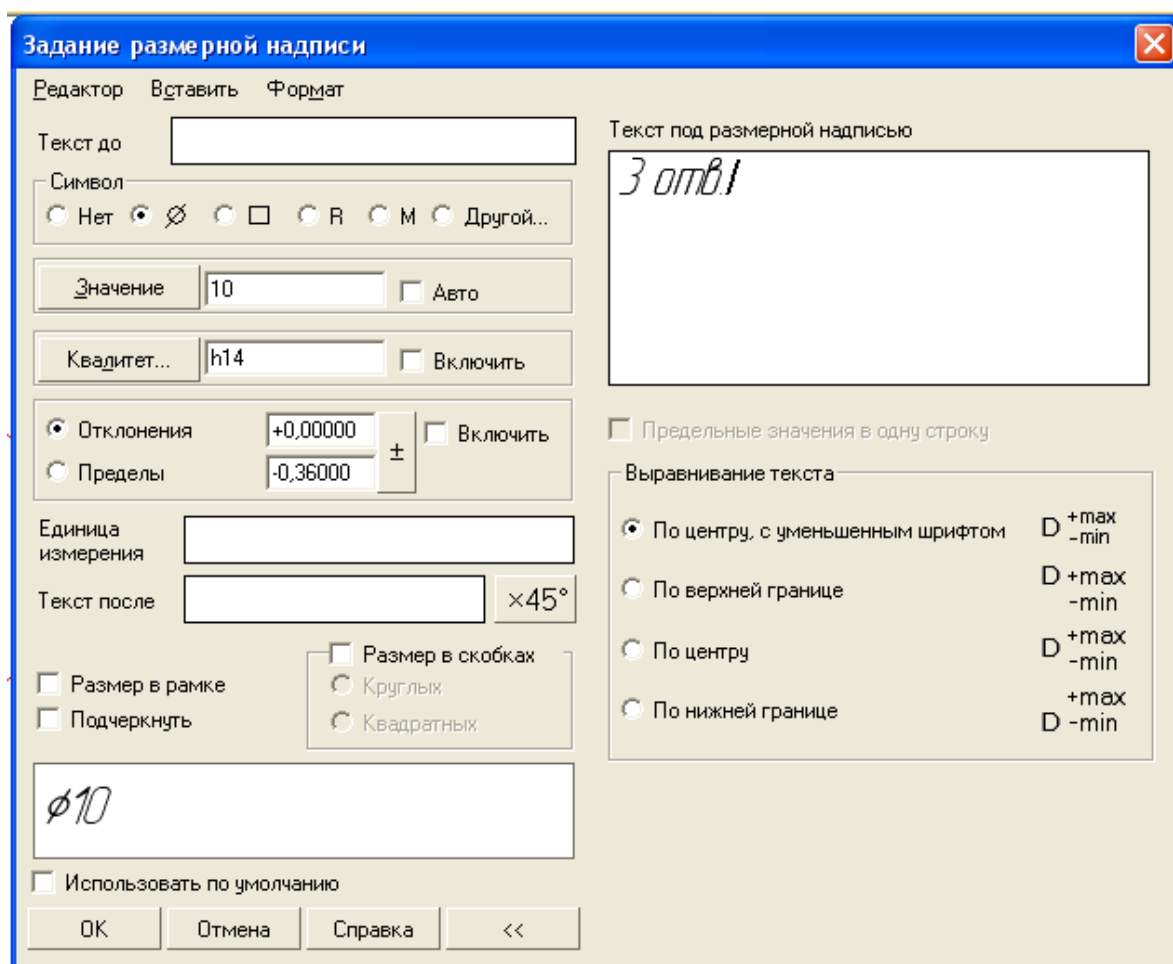
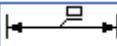




Рис. 1.47. Окно задания размерной надписи

- ➔ Выберите **Размещение текста на полке**  **На полке, вправо** в окне **Размещение текста на Странице Параметры**.

4. Аналогичным образом проставьте оставшиеся диаметральные, радиальные и угловой размеры. Прервите команду их ввода .

5. Активизируйте основную надпись.

➔ Выполните команду **Вставка – Основная надпись**. Или щелкните на ней двойным щелчком в любой точке.

➔ Увеличьте основную надпись с помощью команды **Увеличить масштаб рамкой** .

➔ Для заполнения любой ячейки основной надписи сделайте ее текущей щелчком мыши на ней и введите текст в соответствии с рис. 1.35.

## Лабораторная работа №4. ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ<sup>8</sup>

**Цель работы:** Получение навыков выполнения чертежа детали приемами модуля плоской графики КОМПАС – 3D.

**Задание:** Создать рабочий чертеж детали «Крышка», содержащий изображение двух видов этой детали и выносного элемента (рис. 1.48).

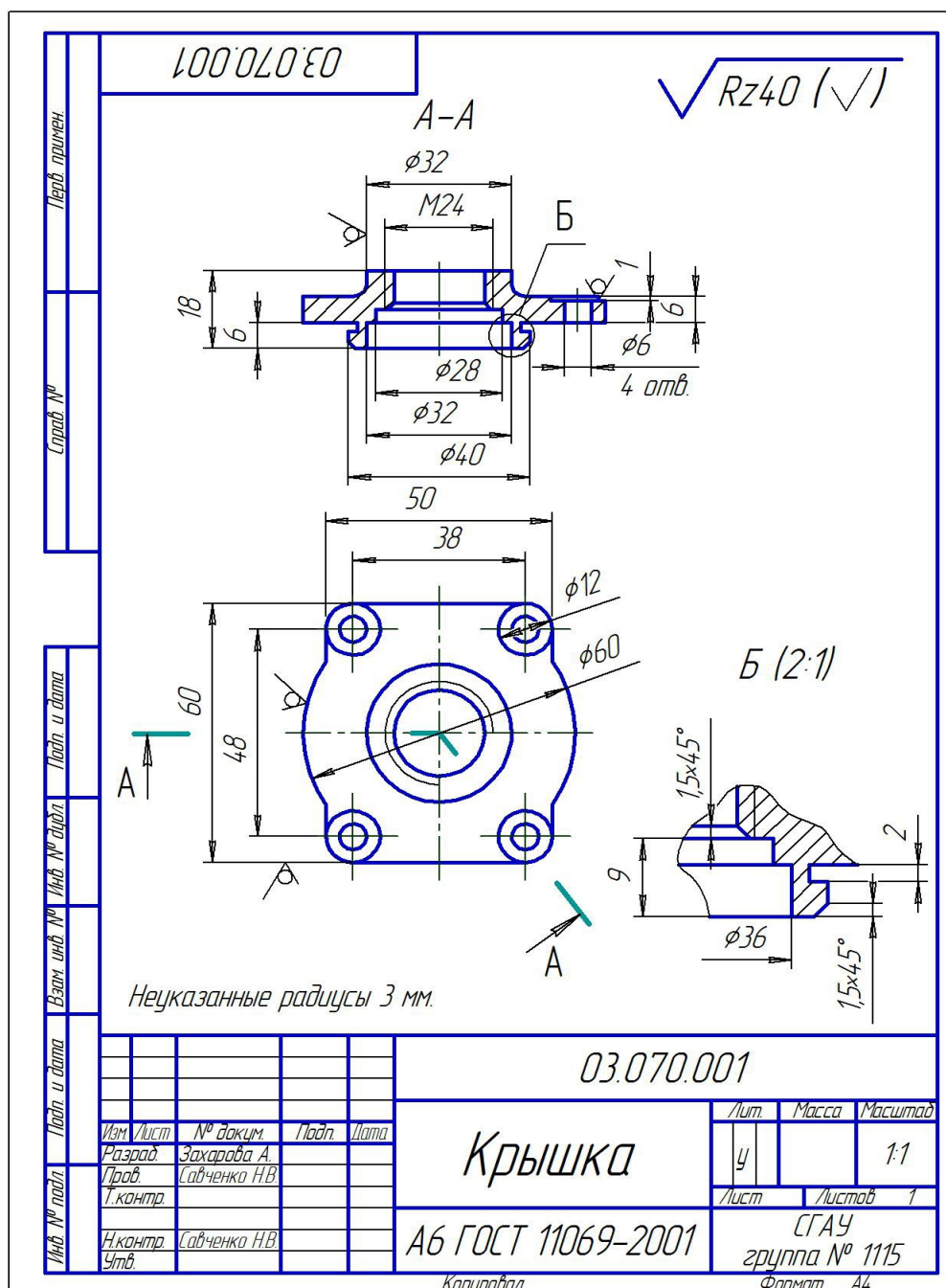


Рис. 1.48. Задание для построения чертежа.



<sup>8</sup>Лабораторная работа основана на материалах, указанных в п. 12 Списка литературы.

## Упражнение 1 Построение вида сверху

### Выполнить:

- ✓ Выбрать формат чертежа.
- ✓ Создать новый вид чертежа с масштабом 1 : 1.
- ✓ Начертить горизонтальный вид (вид сверху) детали «Крышка», руководствуясь рисунками 1.48...1.51 и пояснениями к ним.

### Создание нового документа

1. Запустите КОМПАС – 3D.
2. Создайте новый документ типа **Чертеж**, воспользовавшись командой меню **Файл – Создать – Лист** или выбрав из списка **Создать** , расположенного на Панели управления, пиктограмму **Чертеж** .

**Примечание:** По умолчанию система создает лист формата А4 с типом основной надписи «Чертеж конструкторский, первый лист». Изменить параметры документа можно с помощью команды **Сервис – Параметры первого листа – Формат**. В открывшемся окне из списка **Обозначение** выбирается стандартный формат и включается флажок горизонтального или вертикального расположения формата. После завершения выбора формата окно закрывается кнопкой **ОК**.

3. Запишите только что созданный документ в свою папку с помощью команды **Файл – Сохранить как** под именем «Крышка».

### Создание нового вида

Чертеж детали включает в себя две ее проекции, расположенные в непосредственной проекционной связи.

Для размещения двух проекций детали можно воспользоваться системным видом 0, т.к. габариты детали позволяют разместить ее на чертеже формата А4. Однако, из соображений удобства компоновки чертежа

(масштабирование, поворот, перенос) целесообразней каждое изображение детали размещать на отдельном виде. Следовательно, для создания чертежа детали потребуется, кроме системного вида 0, еще два вида с масштабом 1:1 и один вид с масштабом увеличения 2:1.

**Примечание:** Под видом в КОМПАС-График подразумевается любое изолированное изображение, а не проекция детали в строгом геометрическом толковании.

1. Выполните команду меню **Вставка – Вид**.
2. В *Строке параметров* в соответствующей области задайте масштаб «1:1» и введите название вида «*Вид сверху*». Остальные параметры оставьте без изменений.
3. В *Строке сообщений* появится запрос «*Введите координаты точки привязки вида*», а на экране - изображение системы координат. Установите его мышью в нижней половине рабочей области чертежа (рис. 1.48) и зафиксируйте эту точку щелчком левой клавишей мыши (ЛКМ).

**Примечание:** Начало координат должно располагаться на пересечении осевых линий вида сверху (рис. 1.48).

### Построение предварительного контура

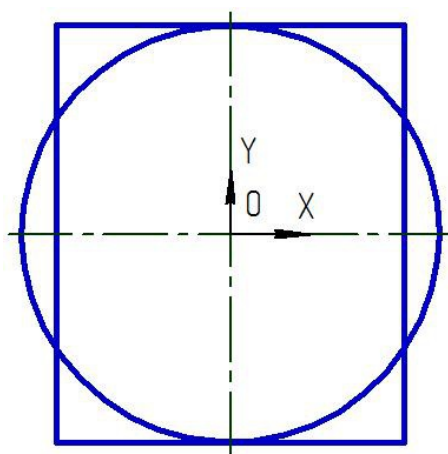




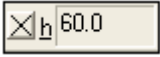
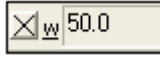



Рис. 1.49. Предварительный контур горизонтального вида детали



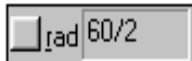

1. Постройте прямоугольник с размерами 60 x 50 мм.

➡ С помощью кнопки **Увеличить масштаб рамкой**  на *Панели управления* увеличьте участок листа вокруг начала координат.





- ➔ Щелчком на кнопке **Геометрия**  Инструментальной панели активизируйте соответствующую страницу этой панели.
- ➔ Нажмите ЛКМ на кнопку **Прямоугольник**  и, удерживая ее, выберите пиктограмму **Прямоугольник по центру** .
- ➔ В *Строке параметров* установите следующие характеристики прямоугольника: текущего **стиль** линии - «Основная», **высота** прямоугольника – 60 мм , **ширина** – 50 мм .
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите центральную точку прямоугольника или введите ее координаты» подведите курсор в точку начала координат и после срабатывания привязки «Ближайшая точка» зафиксируйте точку центра прямоугольника щелчком ЛКМ. Система построит прямоугольник с центром в начале координат.
- ➔ Прервите команду построения прямоугольника .


2. Постройте окружность  $\varnothing$  60 мм с центром в точке начала координат.

- ➔ Включите кнопку **Окружность** .
- ➔ В *Строке параметров* включите кнопку отрисовки **осей**  и в поле **Радиус окружности** введите его значение .
- ➔ Подведите курсор с фантомом окружности к центру прямоугольника, после срабатывания привязки зафиксируйте ее.
- ➔ Прервите команду построения окружности .


### Редактирование контура

1. Удалите лишние линии на чертеже.

- ➔ Перейдите на страницу **Редактирование**  и активизируйте кнопку **Усечь кривую** .

- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите участок кривой, который нужно удалить», щелкните мишенью  на лишних участках прямоугольника между точками 1-4, 2-4 и окружности 1-2, 3-4.

**Примечание:** При указании мишенью на удаляемые участки, они должны высветиться красным цветом.

- ➔ Завершите работу щелчком на кнопке **Прервать команду** .

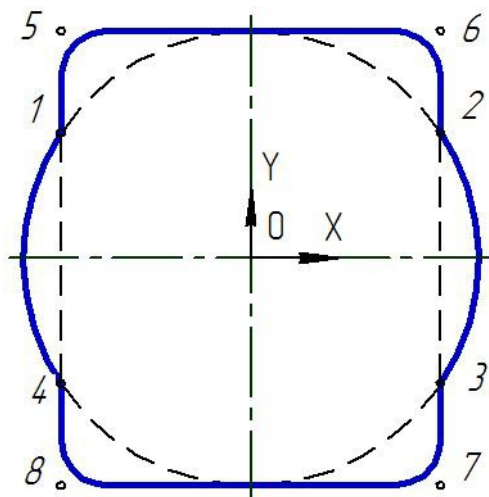








Рис. 1.50. Редактирование контура вида сверху

2. Постройте скругление контура в точках 5, 6, 7,8 радиусом 6 мм.

- ➔ Вернитесь на страницу **Геометрия** , нажмите кнопку **Скругление**  и, удерживая ее, вызовите пиктограмму **Скругление на углах объекта** .

**Примечание:** Команда **Скругление** в данном случае не работает, т.к. оставшиеся участки прямоугольника являются макроэлементами.


- ➔ Раскройте список стандартных радиусов поля **Радиус скругления** и выберите из него значение 6 мм, включите режим построения **На всех углах контура** .
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите угол ломанной или контура для построения скругления», укажите мишенью  на верхний участок контура прямоугольника. Скругление построено в точках 5, 6, команда остается в активном состоянии.

- ➔ Аналогичным образом постройте скругление нижнего участка в точках 7,8.
- ➔ Завершите команду построения .

### Построение отверстий

1. Постройте окружности  $h$  ( $\varnothing = 32$  мм) и  $k$  ( $\varnothing = 20$  мм) с центрами в точке начала координат.

- ➔ Включите команду ввода **Окружности**  на странице **Геометрия** .

- ➔ Постройте окружность с центром в точке начала координат диаметром 32 мм без отрисовки осей .

- ➔ Аналогично постройте окружность диаметром 20 мм.

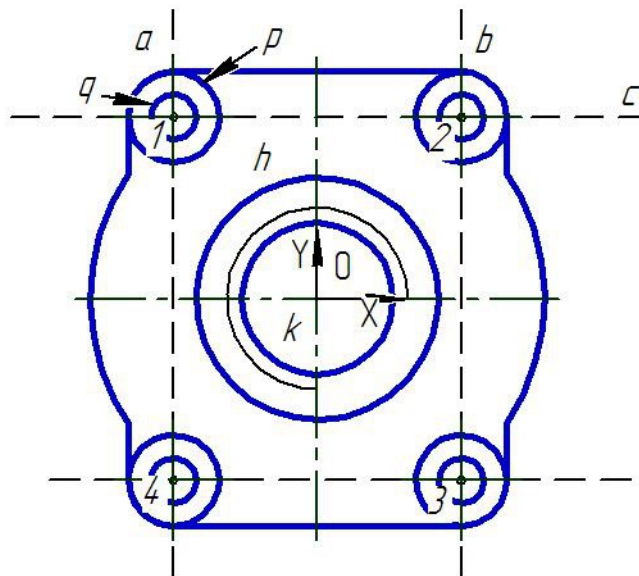





Рис. 1.51. Завершение построений «Вида сверху»

2. Постройте дугу диаметром окружности 24 мм.


- ➔ При необходимости с помощью команды **Изменить масштаб рамкой**  увеличьте часть чертежа вокруг окружности  $h$ .


- ➔ Активизируйте команду ввода **Дуги** .
- ➔ В качестве центра дуги, соответствующей линии резьбы, укажите точку начала координат. В *Строке параметров* в поле **Диаметр дуги** вве-


дите значение 24 мм, в качестве текущего стиля линии выберите стиль «Тонкая». Начальную и конечную точку дуги достаточно указать «на глаз» (рис. 9). Дуга должна составлять  $\frac{3}{4}$  окружности.

➔ Завершите команду построения .


3. Постройте четыре окружности  $\varnothing 12$  мм и  $\varnothing 6$  мм в точках 1, 2, 3, 4 (рис. 1.51).

➔ Вызовите Панель расширенных команд построения вспомогательных прямых и нажмите кнопку **Параллельная прямая** .

➔ В ответ на запрос системы «Укажите отрезок или прямую для построения параллельной прямой» щелкните мишенью  на вертикальной осевой линии.

➔ Двойным щелчком мыши активизируйте поле **Расстояние до прямой** в *Строке параметров*. Введите значение смещения 19 мм  и зафиксируйте его нажатием на клавишу <Enter>.

**Примечание:** Система предлагает два варианта параллельных прямых (текущий вариант - сплошная линия, второй вариант – пунктир). Необходимый вам вариант можно сделать текущим, щелкнув на нем левой клавишей мыши.

➔ Щелкните дважды на кнопке **Создать объект**  на *Панели специального управления*. Система построит оба варианта вспомогательных прямых (прямые *a* и *b*).

➔ Аналогичным образом постройте прямые *c* и *d* (смещение 24 мм).


➔ Нажмите на кнопку **Прервать команду** .

Полученные точки на пересечении вспомогательных прямых будут искомыми точками центров отверстий.

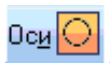
➔ Активизируйте команду **Ввод окружности** .

➔ В качестве центра окружности с помощью привязки «Ближайшая точка» возьмите точку 1.



➔ В *Строке параметров* измените текущий стиль линии на «Основная»,

включите прорисовку осей , в поле **Диаметр окружности** введите значение 12 мм.


➔ Аналогично постройте окружность  $\varnothing$  6 мм, отключив прорисовку осей



➔ С помощью команды меню **Выделить – Рамкой** выделите окружности  $p$  и  $q$ . Прервите команду клавишей  $\langle Esc \rangle$ .

➔ Включите кнопку **Копирование** , расположенную на странице **Редактирование** .

➔ В качестве базовых точек выделенных объектов укажите точку 1, в качестве нового положения – точки 2, 3, 4.

➔ Завершите работу команды копирования нажатием на кнопку **Прервать команду** .

➔ Снимите выделение с объектов щелчком ЛКМ на свободном месте экрана.

➔ Удалите вспомогательные прямые с помощью команды меню **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки – В текущем виде**.

4. Запишите полученное изображение с помощью команды **Файл – Сохранить**.

## **Упражнение 2. Построение фронтального разреза**

### **Выполнить:**

- ✓ Прочитать из архива файл «Крышка» (**Файл – Открыть**).
- ✓ Создать новый вид с масштабом 1 : 1.
- ✓ Начертить фронтальный разрез А-А детали «Крышка» (рис. 1.48), руководствуясь при построении рисунками 1.52...1.60 и пояснениями к ним.

### **Создание нового вида**

1. Создайте вид № 2, выполнив команду **Вставка - Вид** с масштабом 1:1 под

именем «Разрез А-А».

2. Включите глобальную привязку «Выравнивание». В ответ на запрос системы «Введите координаты точки привязки вида» подведите курсор с фантомом начала координат вида № 2 к началу координат вида № 1. После того, как сработает привязка «Ближайшая точка» и значок системы координат совпадет с началом координат вида № 1, передвиньте его чуть выше, так, чтобы разрез «А-А» располагался над «Видом сверху» без нарушения проекционной связи. Зафиксируйте начало координат вида №2 клавишей <Enter> или ЛКМ.

### Построение вспомогательных прямых

1. Постройте вертикальные вспомогательные прямые  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , проходящих через точки пересечения контура «Вида сверху» с горизонтальной осью симметрии.

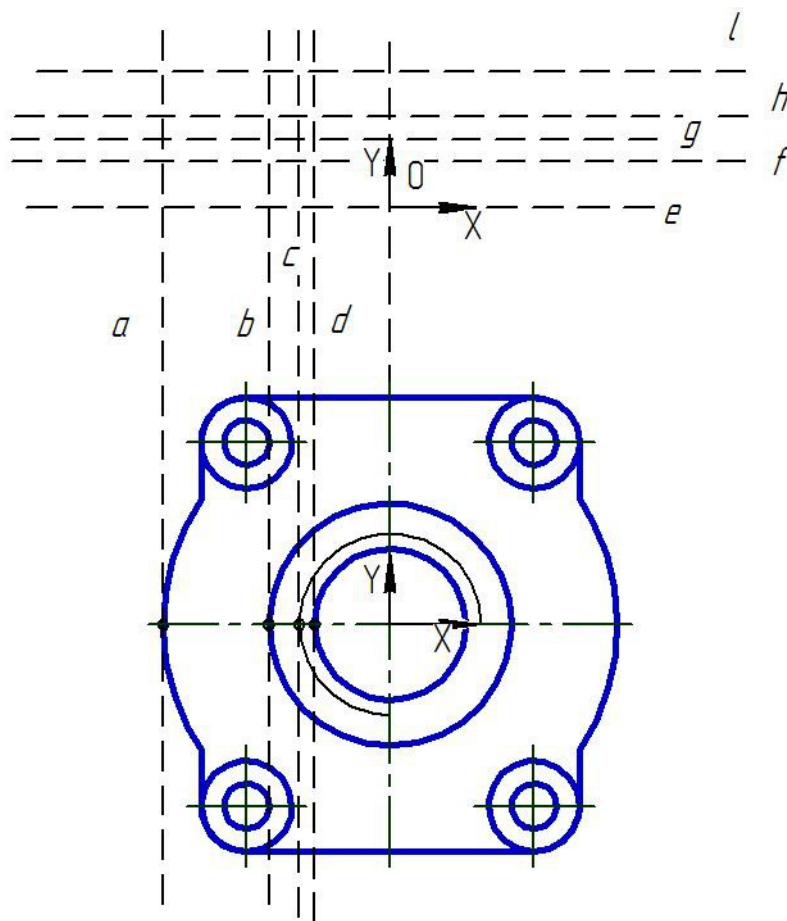







Рис 1.52. Вспомогательные прямые для построения разреза

- ➔ Вызовите Панель расширенных команд построения вспомогательных прямых и включите кнопку **Вертикальная прямая** .
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите точку вспомогательной прямой...», последовательно подведите курсор к соответствующим точкам пересечения. После срабатывания привязки, зафиксируйте ее.
- ➔ После построения необходимых прямых прервите команду, нажав на клавишу .

2. Постройте горизонтальные вспомогательные прямые  $e, f, g, h, l$  ориентируясь на рис. 12 и 16, ведя отсчет от новой системы координат.

- ➔ Включите кнопку **Ввод вспомогательной горизонтальной прямой** .
- ➔ Зафиксируйте прямую  $e$  в начале координат.
- ➔ Активизируйте поле **Точка на прямой** в *Строке параметров* и введите значение 6 мм по оси  $Y$  .
- ➔ Аналогичным образом постройте прямые  $g, h, l$ . (расстояния до прямых от начала координат – 9, 12 и 18 мм).
- ➔ Нажмите клавишу **Прервать команду** .

### Построение контура левой стороны разреза

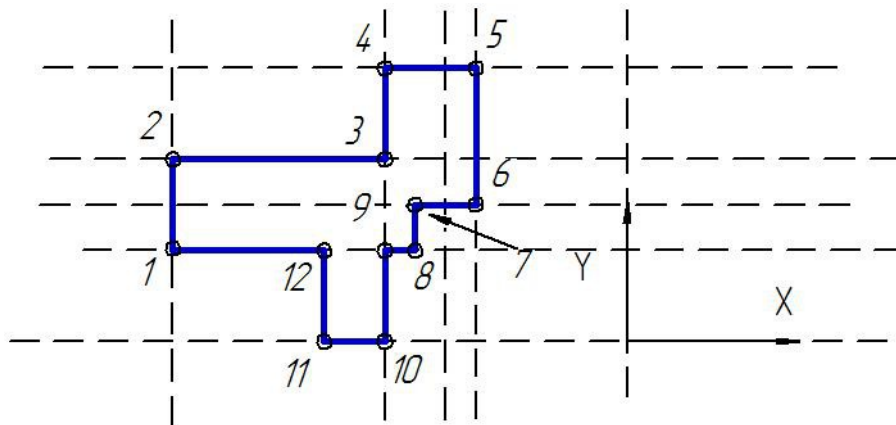



Рис.1.53. Левая сторона разреза. Предварительный контур



3. Постройте предварительный контур левой стороны разреза (рис. 1.53).

➔ Увеличьте с помощью команды **Увеличить рамкой**  зону левой стороны разреза.

➔ Включите команду **Непрерывный ввод объекта** , тип линии – **Основная**.

➔ С помощью привязки «Пересечение» постройте верхнюю часть контура (узлы 1 – 6), последовательно подводя курсор к соответствующим точкам пересечения вспомогательных прямых и фиксируя их левой клавишей мыши. Не прерывая ввод объекта перейдите к построению следующих узлов.

➔ Для построения узлов 7 – 12 необходимо последовательно вводить соответствующие координаты в *Строку параметров*:

точка №7 –  $x = -14$ ,  $y = 9$




точка №10 –  $x = -16$ ,  $y = 0$

точка №8 –  $x = -14$ ,  $y = 6$

точка №11 –  $x = -20$ ,  $y = 0$

точка №9 –  $x = -16$ ,  $y = 6$

точка №12 –  $x = -20$ ,  $y = 6$ .

➔ Замкните контур , включите кнопку **Создать объект** , .

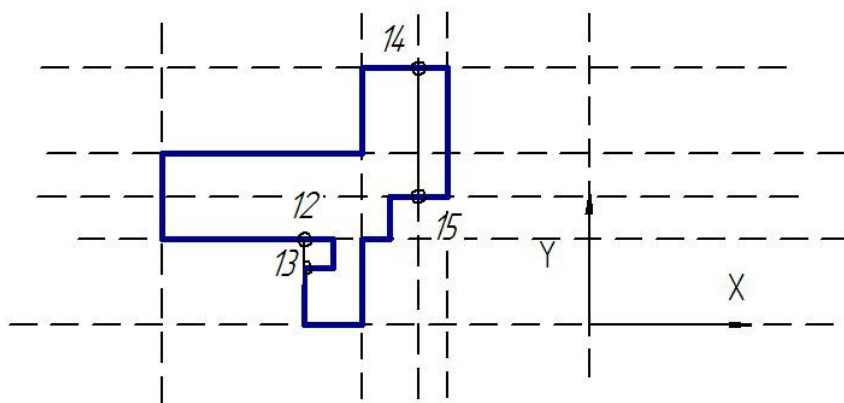


Рис. 1.54. Левая сторона разреза. Детализация

5. Постройте тонкую линию резьбы.


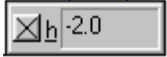



➔ Включите кнопку **Ввод отрезка** .

➔ В поле **Тип линий** выберите «Тонкая».


➔ Система запросит первую и последнюю точки отрезка. Укажите точки

14 и 15 (рис. 1.54).

6. Постройте канавку под уплотнительное кольцо (рис. 1.54). Диаметр проточки 36 мм, ширина – 2 мм (см. рис. 1.48).

- ➔ Активизируйте команду **Ввод прямоугольника**  на Панели расширенных команд ввода многоугольников, тип линии – **Основная**.
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите первую угловую точку прямоугольника» поместите курсор в точку 12 и после срабатывания глобальной привязки «Пересечение», зафиксируйте точку.
- ➔ Активизируйте поле **Высота прямоугольника** в Строке параметров, введите значение высоты -2 мм  и нажмите клавишу «Enter».
- ➔ Аналогичным образом в поле **Ширина прямоугольника** введите значение 2 мм (глубина проточки) . Система построит заданный прямоугольник.
- ➔ Участок построенного прямоугольника между точками 12 и 13 лишний. Удалите его с помощью кнопки **Усечь кривую**  на Инструментальной панели **Редактирование** .
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите участок кривой, который нужно удалить», щелкните мышью на лишнем участке прямоугольника 12-13.

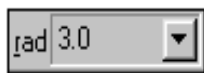
**Примечание:** Данную линию придется удалять дважды, т.к. в этом месте чертежа произошло наложение друг на друга двух линий – стороны прямоугольника и участка контура детали.

- ➔ Прервите команду, нажав на кнопку .
- ➔ После построения канавки ранее использованные вспомогательные прямые не нужны. Удалите их с помощью команды меню **Удалить – Вспомогательные кривые и точки – В текущем виде**.

7. Постройте скругление в точке 3 радиусом 3 мм (рис. 1.55).

➔ Нажмите кнопку **Скругление** .

➔ Раскройте список стандартных радиусов поля **Радиус скругления**



и выберите из него значение 3.

➔ В ответ на запрос системы «Укажите первую кривую для построения скругления» укажите курсором на отрезок 2-3.

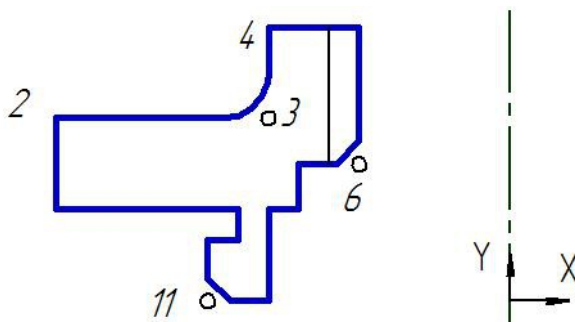



Рис. 1.55. Левая сторона разреза. Снятие фаски, скругление

➔ В ответ на запрос системы «Укажите вторую кривую для построения скругления» укажите отрезок 3-4. Скругление построено. Прервите ко-

манду, нажав на кнопку .

8. Постройте фаски в точках 6 и 11 (рис. 1.55).


➔ Нажмите кнопку **Фаска** .

➔ Активизируйте поле **Длина фаски на первом объекте** и введите значение

1,5 мм .

➔ В ответ на запрос системы «Укажите первую кривую для построения фаски» укажите мишенью на отрезок 5-6, ближе к точке 6.

➔ В ответ на запрос системы «Укажите вторую кривую для построения фаски» укажите мишенью на отрезок 6-7. Фаска построена. Команда осталась в активном состоянии.

➔ Аналогично постройте фаску в точке 11 и прервите команду .

9. Постройте ось симметрии детали с помощью команды **Отрезок** , в

поле **Тип линий** выберите «Осевая» (рис. 1.55).

### Построение правой части разреза

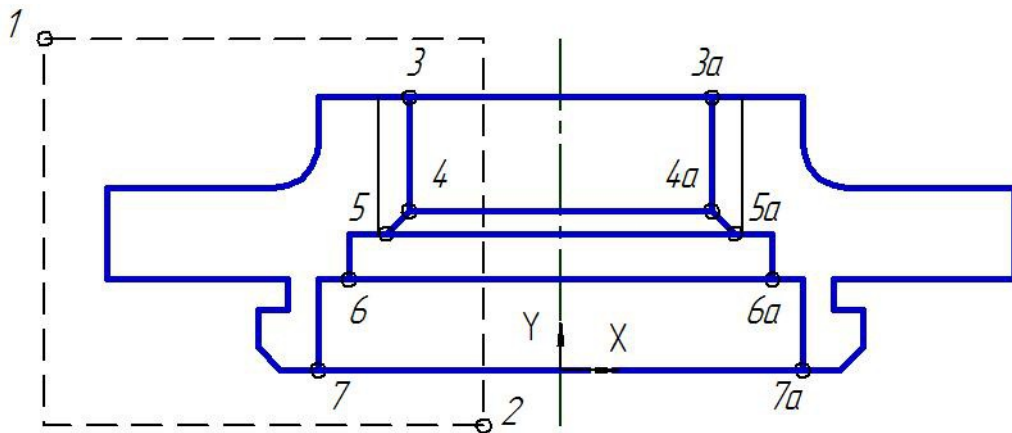









Рис. 1.56. Построение зеркального отражения




1. Выделите левую часть разреза в группу объектов.

- ➔ Выполните команду меню **Выделить –Рамкой**.
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку прямоугольной рамки» укажите мишенью приблизительно в точке 1 (рис. 1.56).
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите конечную точку прямоугольной рамки» щелкните мышью в точке 2.
- ➔ Завершите работу команды щелчком на кнопке .


2. Постройте правую половину разреза.

- ➔ Нажмите кнопки **Симметрия**  на странице **Редактирование**  и кнопку **Выбор базового объекта**  на *Панели специального управления*.
- ➔ В *Строке параметров* выберите режим **Исходный объект оставить** .
- ➔ Укажите мишенью на вертикальную ось симметрии в любой ее точке. Система выполнит построение зеркального отражения левой части разреза.
- ➔ Прекратите работу команды ,  и снимите выделение с исходных объектов, щелкнув мышью в любой точке экрана.

3. Постройте центральную часть разреза.

- ➔ Перейдите на страницу **Геометрия**  и включите кнопку **Построение отрезка** , тип линии – «Основная».
- ➔ Проведите отрезки 3-3а, 4-4а и т.д., используя привязку «Ближайшая точка».
- ➔ Прервите команду .

4. Проведите вспомогательные прямые, необходимые для построения ломаного разреза (рис.1.57).

- ➔ Соедините отрезком вспомогательной прямой *a* центр «Вида сверху» *O* с центром малой окружности, используя привязки «Ближайшая точка».
- ➔ Включите кнопку **Ввод дуги**  тип линии – «Вспомогательная».
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите точку центра дуги» щелкните мышью в точке *O*.

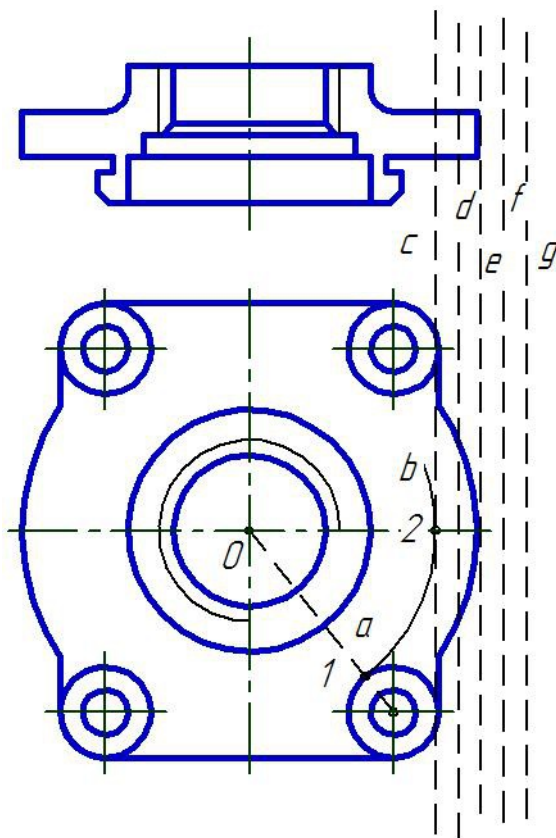




Рис. 1.57. Вспомогательные линии для построения правой стороны ломаного разреза

- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите первую точку дуги» укажите мишенью точку 1 и проведите дугу до пересечения с горизонтальной осью в точке 2. Зафиксируйте ее.

- ➔ Включите кнопку **Вертикальная вспомогательная прямая**  на странице **Геометрия** и проведите вспомогательную прямую  $c$  через точку 2 с помощью привязки «Пересечение».
- ➔ Используя прямую  $c$ , проведите параллельные ей вспомогательные прямые  $d, e, f, g$  на расстоянии 3 мм друг от друга с помощью кнопки **Вспомогательные параллельные прямые** , отвечая на запросы системы.

5. Откорректируйте разрез А-А (рис. 1.58).

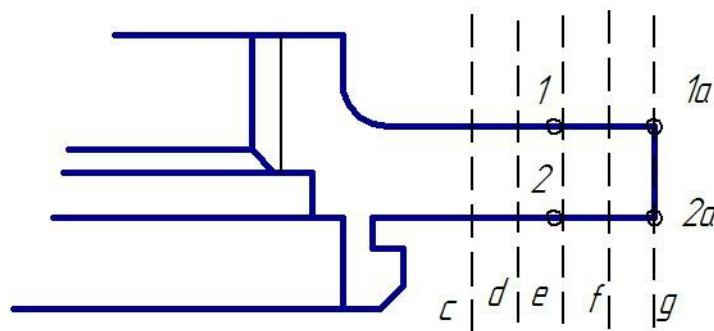








Рис. 1.58. Редактирование ломаного разреза

- ➔ Включите кнопку **Деформирование сдвигом**  на странице **Редактирование**  Инструментальной панели.
- ➔ Сформируйте рамку деформации, включив в нее узлы 1 и 2.
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите базовую точку сдвига ...» щелкните мышью в точке 1, а в качестве нового положения базовой точки выберите точку 1а.
- ➔ Прервите команду построения .

6. Сформируйте разрез отверстия (рис.1.59):

- ➔ Вызовите Панель расширенных команд построения вспомогательных прямых. Включите кнопку **Параллельная вспомогательная прямая**  и постройте вспомогательную прямую, расположенную на расстоянии 1 мм от отрезка 1а-2.

- ➔ С помощью команды **Непрерывный ввод объекта**  постройте ломаную линию 2-3-4, разместив узлы на пересечении вспомогательных линий, как показано на рис. 23 (тип линии – «Основная»).
- ➔ С помощью команды **Ввод отрезка**  постройте отрезки, составляющие изображения отверстия.

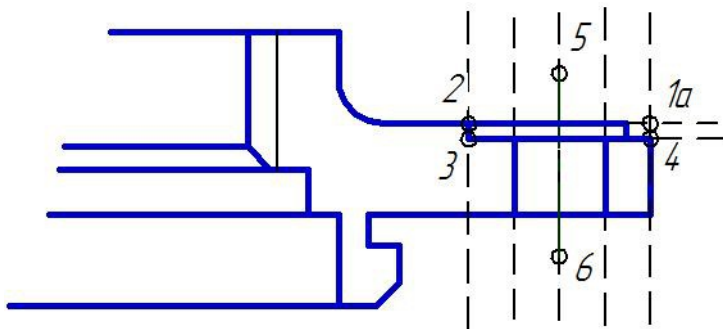





Рис. 1.59. Построение разреза отверстия



- ➔ Выберите тип линии – «Осевая» и проведите отрезок 5-6, притягивая курсор к вспомогательной прямой с помощью привязки «Точка на кривой».
7. Достройте изображение в соответствии с правилами построения ломанного разреза и удалите лишние участки отрезка 1а-2 и 1а-4.

- ➔ Включите страницу **Редактирование**  и на *Панели расширенных команд* выберите кнопку **Усечь кривую** . Отвечая на запрос системы, укажите лишние участки отрезков 1а-2, 1а-4.

- ➔ Прервите команду, нажав на кнопку .

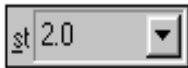
### Штриховка разреза А-А

1. Заштрихуйте область разреза (рис.1.60).

- ➔ Включите кнопку **Штриховка** , расположенную на странице **Геометрия** .
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите точку внутри области», последовательно щелкните в областях 1, 2, 3.



- ➔ Активизируйте поле **Шаг штриховки** и введите значение шага 2 мм



- ➔ Завершите работу команды щелчком на клавише .

- ➔ Удалите вспомогательные прямые (**Редактор – Удалить – Вспомогательные прямые и точки – В текущем виде**).

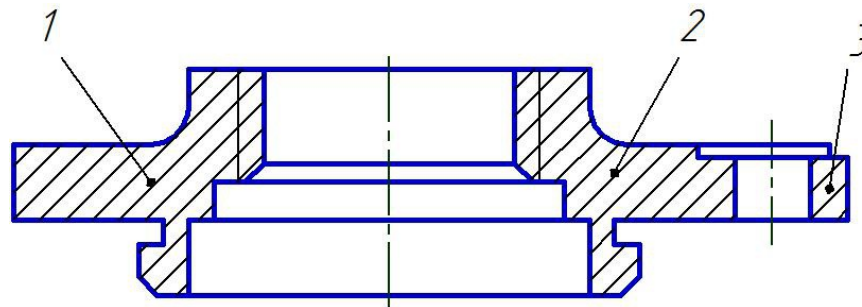



Рис. 1.60. Штрихование разреза

2. Запишите полученное изображение с помощью пиктограммы .

### **Упражнение 3. Построение выносного элемента**

#### **Выполнить:**

- ✓ Прочитать из архива файл «Крышка» (.
- ✓ Создайте новый вид с масштабом 2 : 1.
- ✓ Начертить выносной элемент Б детали «Крышка» (рис. 1.48), руководствуясь при построении рисунками 1.61...1.63 и пояснениями к ним.

#### **Создание нового вида**

1. Создайте вид № 3, выполнив команду **Вставка – Вид** с масштабом 2:1 под именем «*Выносной элемент Б*».
2. В ответ на запрос системы «*Введите координаты точки привязки вида*» поставьте курсор в свободном месте чертежа справа от «Вида сверху». Зафиксируйте начало координат вида №3 клавишей <Enter>.

## Копирование фрагмента в буфер обмена

1. Выделите в группу фрагмент разреза (рис. 1.61).

➔ Перейдите в Вид №2.

➔ Активизируйте Инструментальную панель **Выделение** 

➔ Выберите команду **Выделить секущей рамкой** .

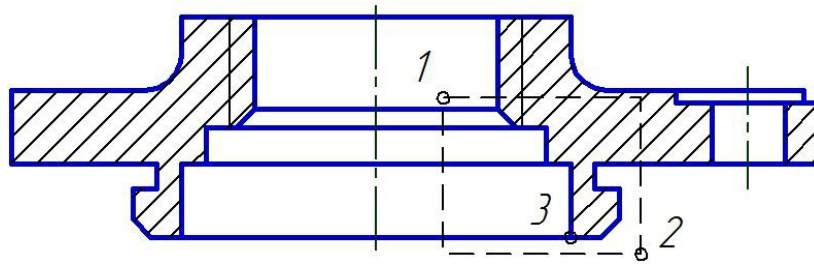



Рис. 1.61. Выделение фрагмента разреза

➔ В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку прямоугольной рамки», щелкните мышью в точке 1, в качестве конечной точки рамки выберите точку 2.


➔ Прервите работу команды кнопкой .

2. Скопируйте выделенный фрагмент разреза в буфер обмена.

➔ Включите пиктограмму **Копирование в буфер обмена**  на Панели управления.

➔ На вопрос системы «Укажите положение базовой точки» щелкните мышью в узле 3.

3. Вставьте фрагмент из буфера обмена в вид «Выносной элемент Б» (рис.1.62).

➔ Щелчком на пиктограмме **Вставить из буфера**  на Панели управления выведите изображение выносного элемента из буфера обмена в текущий вид.

➔ Укажите положение базовой точки объектов в начале координат вида, выполнив клавиатурную команду  $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle 0 \rangle$  (цифровая клавиатура) или с помощью привязки «Ближайшая точка». Для фиксации точки

нажмите клавишу <Enter>.

➔ Прервите выполнение команды щелчком на кнопке .

➔ Щелчком ЛКМ выделите штриховку и удалите ее клавишей <Del>.

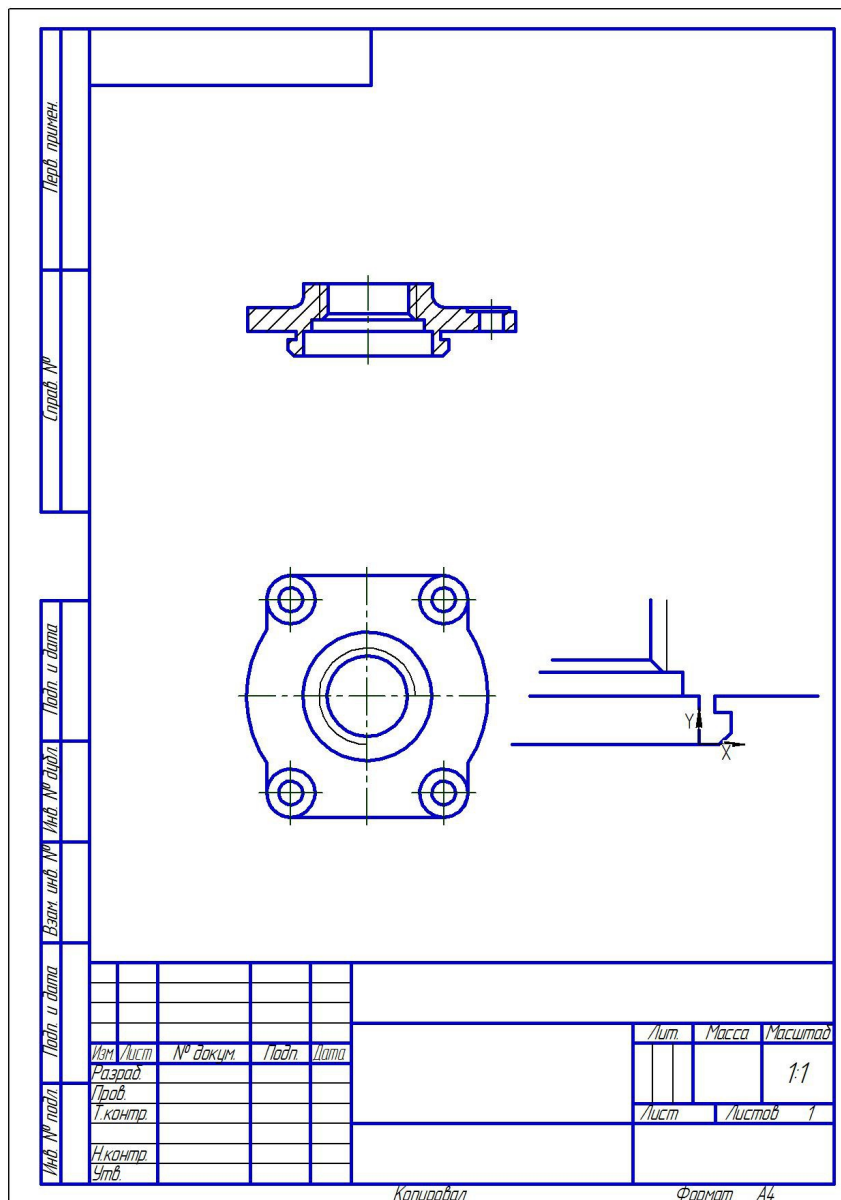


Рис. 1.62. Копирование части фронтального разреза

## Редактирование выносного элемента

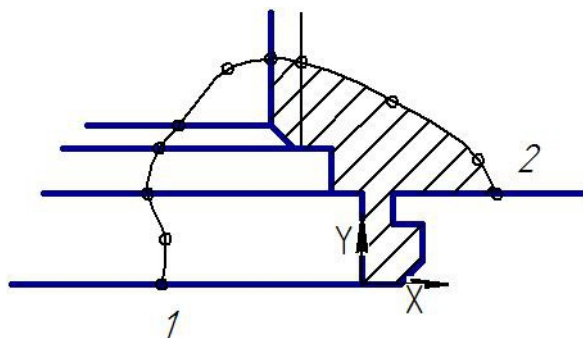










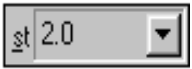
Рис. 1.63. Завершение построения выносного элемента


1. Постройте линию ограничения выносного элемента (рис. 1.63).

- ➔ Включите кнопку команды **Ввод кривой Безье**  на странице Геометрические построения .
- ➔ В *Строке параметров* переключите стиль линии на «Линию обрыва».
- ➔ Начальную и конечную точки кривой зафиксируйте с помощью привязки «Точка на кривой» или клавиатурной команды **Притяжение к кривой** <.> (цифровая клавиатура) и команды <Enter>, подводя курсор к узлам 1 и 2. Промежуточные точки выберите произвольно.
- ➔ Создайте объект нажав на кнопку  и прервите работу команды .

2. Удалите лишние части линий с помощью команды **Усечь кривую**  на странице **Редактирования** , указывая на них курсором.

3. Заштрихуйте область выносного элемента с помощью команды **Штриховка**  на странице **Геометрические построения** . Шаг штриховки 2

мм .


4. Запишите полученное изображение в архивный файл с помощью команды **Сохранить** .




## Упражнение 4. Простановка размеров и окончательное оформление чертежа

### Выполнить:

- ✓ Прочитать из архива файл «Крышка».
- ✓ Проставить размеры на чертеже в соответствии с рис. 1.48.
- ✓ Проставить шероховатость поверхности детали.
- ✓ Ввести технические требования.
- ✓ Заполнить основную надпись.
- ✓ Записать готовый чертеж детали в архив.

### Простановка размеров

На странице **Размеры**  Инструментальной панели расположены кнопки вызова команд простановки размеров, каждая из которых содержит Панель расширенных команд с дополнительными вариантами простановки размеров. По умолчанию система автоматически вписывает в размерную надпись значения качества и предельных отклонений. Т.к. для выполнения нашего чертежа это не требуется, выполните следующие команды:

- **Сервис – Параметры – вкладка Новые документы – Графический документ – Размеры.**
  - В окне «*Параметры допусков и предельных значений*» погасите флажки **Квалитет** и **Отклонение**.
  - Щелчком на кнопке **ОК** закройте диалоговое окно.
1. Проставьте линейные размеры на «Главном виде».
- ➔ Включите Вид № 2, выбрав его из списка на Панели текущего состояния.
  - ➔ Включите кнопку **Линейные размеры**  на странице **Размеры**  Инструментальной панели.
  - ➔ Задайте ориентацию размера, включив кнопку **Горизонтальный**  в *Строке параметров*.

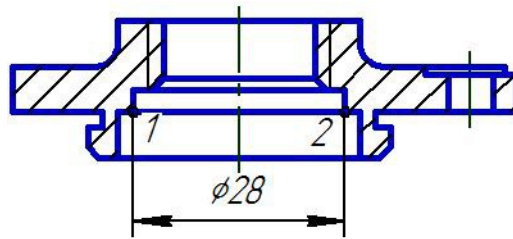


Рис. 1.64. Простановка линейных размеров.

- ➔ Укажите точки 1 и 2.
- ➔ Щелкните левой клавишей мыши в поле **Текст**  в *Строке параметров*. В Диалоговом окне «Задание размерной надписи» включите кнопку значка диаметр в группе «Символ»
- ➔ Щелчком на кнопке **ОК** закройте диалоговое окно.
- ➔ Задайте положение размерной линии и размерной надписи так, как показано на рис. 1.64.

**Примечание:** Первая размерная линия должна находиться на расстоянии 10 мм от контура изображения, а минимальное расстояние между параллельными размерными линиями – 7 мм.

- ➔ Самостоятельно проставьте оставшиеся линейные размеры.

2. Проставьте диаметральные размеры на «Виде сверху» (рис. 1.65).

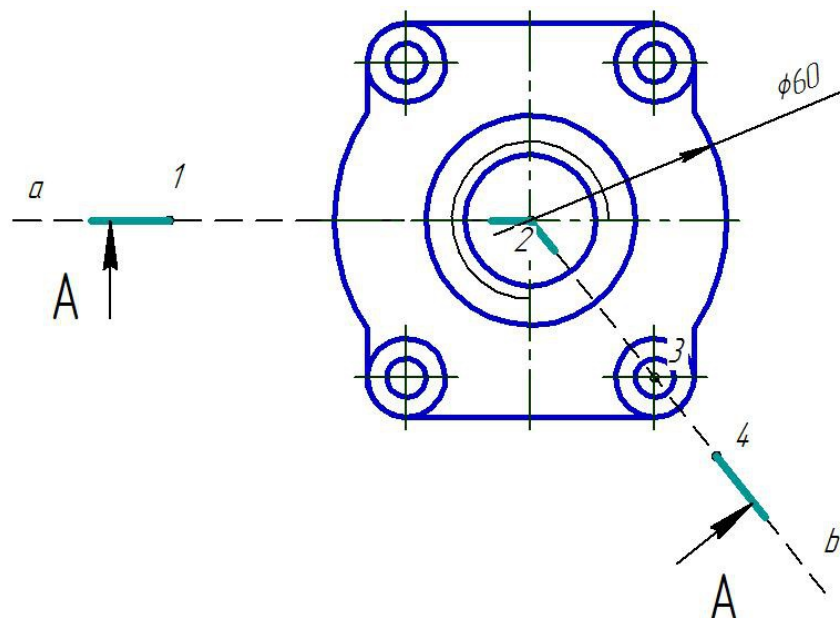








Рис. 1.65. Простановка диаметральных размеров

- ➔ Перейдите в Вид №1.
- ➔ Включите кнопку **Диаметральный размер**




- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите окружность или дугу для построения размера» щелкните мышью в любой точке окружности *a*.
- ➔ В *Строке сообщений* перейдите на вкладку «Параметры». Из списка «Размещение текста» выберите **Ручное**.
- ➔ На вкладке «Размер» выберите тип размерной линии – **с обрывом** .
- ➔ Задайте положение размерной надписи как показано на рис. 1.65.
- ➔ Проставьте оставшиеся размеры.

### Обозначение ломаного разреза и выносного элемента. Работа с текстом


#### 1. Обозначьте ломаный разрез «А-А» (рис. 1.65).

- ➔ Постройте вспомогательные линии *a* и *b*.
- ➔ Включите кнопку **Линия разреза**  на странице **Обозначения**  Инструментальной панели.
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку линии разреза» укажите точку 1 на прямой *a*.
- ➔ На *Панели специального управления* включите кнопку построения сложного разреза .
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите точку перегиба или конечную точку линии разреза» щелкните в начале координат (точка 2) вида сверху.
- ➔ Укажите конечную точку линии разреза в центре отверстия – точку 3.
- ➔ Отключите построение сложного разреза .
- ➔ Перемещая курсор с фантомом стрелок разреза, добейтесь того, чтобы они были направлены так, как показано на рис. 1.65. Щелчком ЛКМ зафиксируйте их.
- ➔ Прервите команду построения .
- ➔ Отредактируйте положение правой части линии сечения. Для этогоделите ее двойным щелчком ЛКМ. На *Панели специального управления*



включите команду **Редактировать точки** . Передвиньте точку начала секущей плоскости из точки 3 в точку 4 и создайте объект , .

2. Проставьте обозначение выносного элемента (рис. 31.66).

- ➔ Перейдите в Вид №2.
- ➔ Включите команду построения **Выносной элемент** .
- ➔ В *Строке параметров* введите диаметр - 10 мм.
- ➔ Активизируйте щелчком мыши область **Ввод текста** и в открывшемся окне введите обозначение выносного элемента «Б».
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите точку размещения центра контура» укажите точку 1.
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите положение выносной линии» щелкните в точке 2.

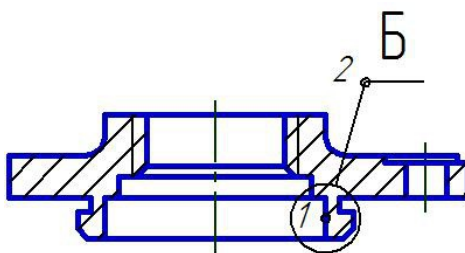






Рис. 1.66. Обозначение выносного элемента

- ➔ Щелкните на кнопке **Создать объект**  на *Панели специального управления* и завершите работу команды нажатием на клавишу .

3. Напишите наименование разреза «А-А» и выносного элемента «Б» на соответствующих видах (рис. 11.48).




- ➔ Нажмите кнопку **Ввод текста**  на странице **Обозначения** .
- ➔ В ответ на запрос системы «Укажите точку привязки или введите ее координаты» щелкните курсором над изображением разреза.
- ➔ В графе **Номер шрифта** выберите шрифт № 7.
- ➔ Введите название разреза «А-А».
- ➔ Зафиксируйте введенное название кнопкой **Создать объект**.

- ➔ Перейдите в Вид №3 и повторите операцию для выносного элемента.
- ➔ Прервите команду клавишей .

### Простановка значений шероховатости


После нанесения размеров, на чертеже обозначают шероховатость поверхности детали.

#### 1. Проставьте значения шероховатости на чертеже.

- ➔ Включите Вид № 1.
- ➔ Нажмите кнопку **Шероховатость**  на странице **Обозначения**  Инструментальной панели.
- ➔ В *Строке параметров* выберите кнопку **Без удаления слоя материала** .
- ➔ В ответ на запрос системы: «*Укажите поверхность для простановки шероховатости*» щелкните мишенью в любой точке контура детали на виде сверху.
- ➔ Перемещая с помощью мыши фантом значка шероховатости, установите его так, как показано на рис. 6 и щелчком мыши зафиксируйте его.
- ➔ Перейдите в Вид № 2 и аналогичным образом проставьте остальные значки шероховатости.

#### 2. Проставьте значения неуказанной шероховатости.


- ➔ Перейдите в системный Вид 0.
- ➔ Выполните команду меню **Вставка – Неуказанная шероховатость – Ввод...**
- ➔ В диалоговом окне «Знак неуказанной шероховатости» включите кноп-

ку значка  и флажок **Добавить знак в скобках**. Активизируйте двойным щелчком ЛКМ поле **Текст** и выберите из перечня  $R_z50$ . Нажав кнопку **ОК**, закройте диалоговое окно. Система автоматически расположит значение неуказанной шероховатости в правом верхнем

углу чертежа.

### Ввод технических требований


На последней стадии разработки чертежа детали записываются необходимые технические указания (технические условия на материал, вид термообработки, покрытия и т.д.) и заполняется основная надпись, где указываются сведения о материале, масштаб, выходные данные чертежа и другие необходимые сведения. Форма основной надписи и ее заполнение должно соответствовать ГОСТ 2.104 – 68.


- ➔ Выполните команду меню **Вставка – Технические требования – Ввод**.
- ➔ Введите текст технических требований (см. рис. 1.48).
- ➔ Закройте окно технических требований . На вопрос о сохранении изменений в чертеже ответьте утвердительно. Система автоматически разместит технические требования на чертеже.


**Примечание:** Удалить технические требования можно выполнив команду меню **Редактор – Удалить – Технические требования**.

### Заполнение основной надписи




1. Активизируйте основную надпись.

- ➔ Выполните команду **Вставка – Основная надпись** или щелкните на ней два раза в любой точке.
- ➔ Увеличьте штамп во весь экран с помощью команды **Изменить масштаб** рамкой .
- ➔ Для заполнения любой ячейки основной надписи сделайте ее текущей щелчком мыши на ней и введите текст в соответствии с рис. 1.48.
- ➔ Графу «Материалы» можно заполнить двумя способами: двойным щелчком в области «Материалы» вызвать *Справочник материалов* или в *Строке параметров* на вкладке «Вставка» включить команду **Вставить**


**текстовый шаблон** . Выберите **Материалы – Цветные металлы – Алюминий и сплавы**. В списке подберите необходимую марку материала и двойным щелчком по ней завершите команду.


2. Сохраните чертеж .


### 3. Вывод документа на печать

Перед выводом документа на печать необходимо на Панели «*Стандартная*» включить режим предварительного просмотра . При этом на экране в появившемся окне просмотра появляется выводимый на печать документ. Окно при этом условно разделено пунктирными линиями на один или несколько листов заданного формата. Кнопками  и  можно поворачивать документ. Для того, чтобы вывести чертеж на печать в требуемом масштабе необходимо выполнить команду меню **Сервис – Подогнать масштаб**. В открывшемся окне необходимо сравнить по величине параметры полей «*Количество страниц по горизонтали / вертикали*», выбрать поле с большим значением, ввести в него число 1 и закрыть окно, нажав на кнопку **ОК**. Система автоматически изменит масштаб документа.

Если требуется вывести на печать только изображение, без основной надписи, то на панели «*Стандартная*» необходимо включить команду

**Фильтры**  и в окне «*Установка вывода на печать*» убрать флажок **Элементы листа**.

После нажатия кнопки **Печать**  документ будет выведен на бумажный носитель.

Выйти из режима просмотра можно с помощью пиктограммы **Закончить просмотр** .

Савченко Н.В.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА**

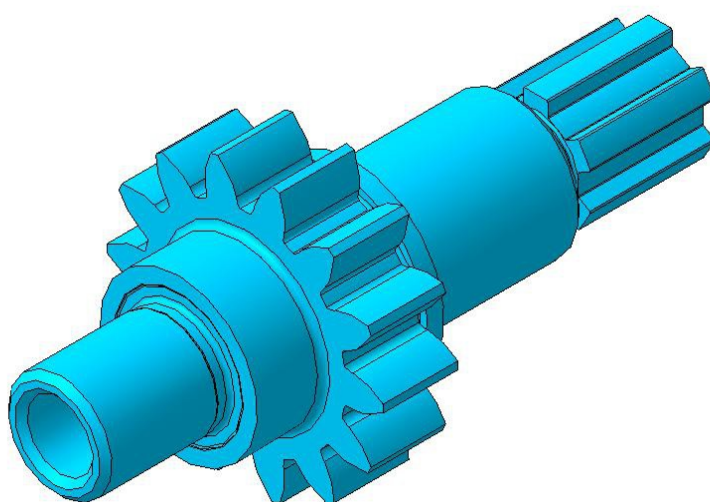
### **Часть 2. Работа с прикладными библиотеками**

### **КОМПАС-3D**

#### ***Лабораторный практикум***

по дисциплинам **«Инженерная графика»**, **«Инженерная и компьютерная графика»**

специальностей 151600 «Прикладная механика»,  
160100 «Самолетостроение»,  
160400 «Ракетные транспортные системы»,  
220700 «Автоматизация технологических  
процессов и производств»



\*\*\*

Система КОМПАС–3D имеет большое количество встроенных в нее библиотек, позволяющих конструировать изделия на новом, более высоком уровне. Кроме вставки в чертеж типовых элементов детали, к которым относятся резьбовые отверстия, канавки, проточки и т.п., и стандартных изделий (болтов, винтов, втулок и т.д.), КОМПАС–3D позволяет производить расчеты элементов деталей машин и по ним выполнять чертежи.

Во второй части «Работа с прикладными библиотеками КОМПАС-3D» описываются приемы работы со встроенными библиотеками: Конструкторской библиотекой «Стандартные изделия», «Конструктивные элементы», а также библиотекой проектирования деталей токарной группы «Компас–SHAFT–2D». Данное пособие предлагает студентам познакомиться с приемами работы со встроенными библиотеками на примерах:

- выполнения чертежа резьбового соединения с подбором соединяющих элементов в Конструкторской библиотеке «Стандартные изделия»;
- вставки в чертеж типового элемента детали из библиотеки «Конструктивные элементы»;
- выполнения чертежа детали, состоящей из тел вращения, с помощью библиотеки проектирования деталей токарной группы Компас – SHAFT – 2D.

## Лабораторная работа № 5. РАБОТА С БИБЛИОТЕКАМИ. ПОСТРОЕНИЕ БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ

**Цель работы:** Освоение приемов работы с прикладной библиотекой КОМПАС-3D стандартных изделий и конструктивных элементов «Конструкторская библиотека».

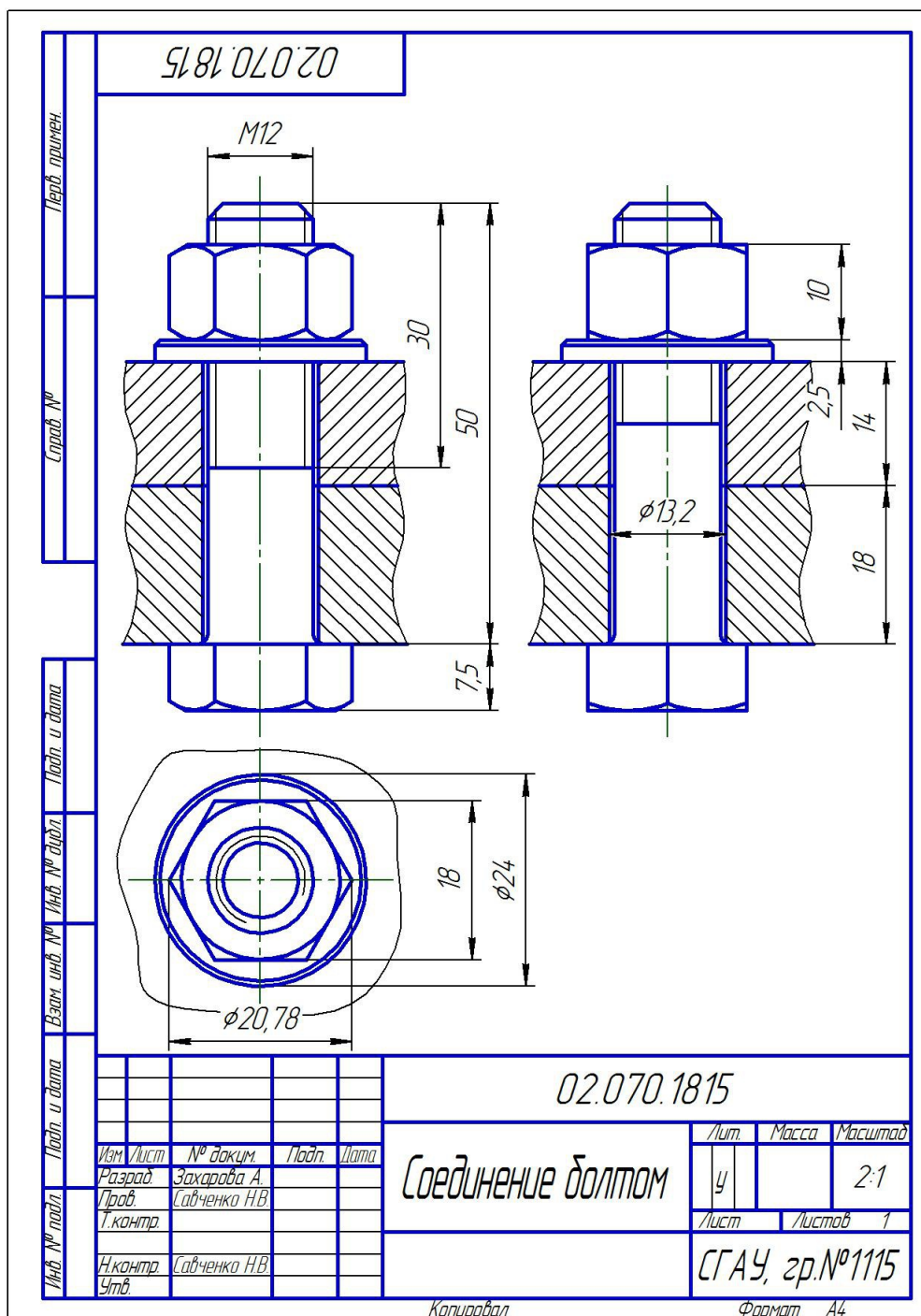


Рис. 2.1. Графическое задание для построения чертежа «Соединение болтом»




**Задание:** Используя прикладную библиотеку КОМПАС-3D «Конструкторская библиотека» по размерам индивидуального варианта задания, создать чертеж «Соединение болтовое» (рис. 2.1). (В данном примере рассмотрено построение болтового соединения  $M12$  деталей толщиной  $S_1=18$ ,  $S_2=14$ ).

### **Упражнение 1.** Построение изображений соединяемых деталей

**Выполнить:**

- ✓ Выбрать формат чертежа.
- ✓ Создать новый Вид.
- ✓ Начертить горизонтальный вид, фронтальный и профильный разрезы соединяемых деталей, руководствуясь рисунками 2.2...2.6 и пояснениями к ним.

#### **Создание нового документа**

1. Запустите систему КОМПАС-3D.
2. Создайте новый документ типа **Чертеж** .
3. Запишите только что созданный документ в свою папку под именем «Соединение болтовое M12».

#### **Создание нового вида**

Чертеж соединения включает в себя три изображения (рис. 2.1) – один вид и два разреза, расположенных в непосредственной проекционной связи. Для их построения можно воспользоваться системным видом 0, если габариты заданного соединения позволяют разместить его на формате А4 в масштабе 1:1. Однако из соображений удобства компоновки чертежа целесообразней воспользоваться новым видом 1.<sup>9</sup>

1. Выполните команду меню **Вставка – Вид**.

---

<sup>9</sup> Размеры рассматриваемого в примере болтового соединения позволяют чертить его на формате А4 в масштабе 2:1.

2. В *Строке параметров* выберите масштаб нового вида 2:1.
3. Передвигая курсор с фантомом осей координат по полю чертежа, щелчком ЛКМ укажите точку привязки вида (точка 1 на рис. 2.2).

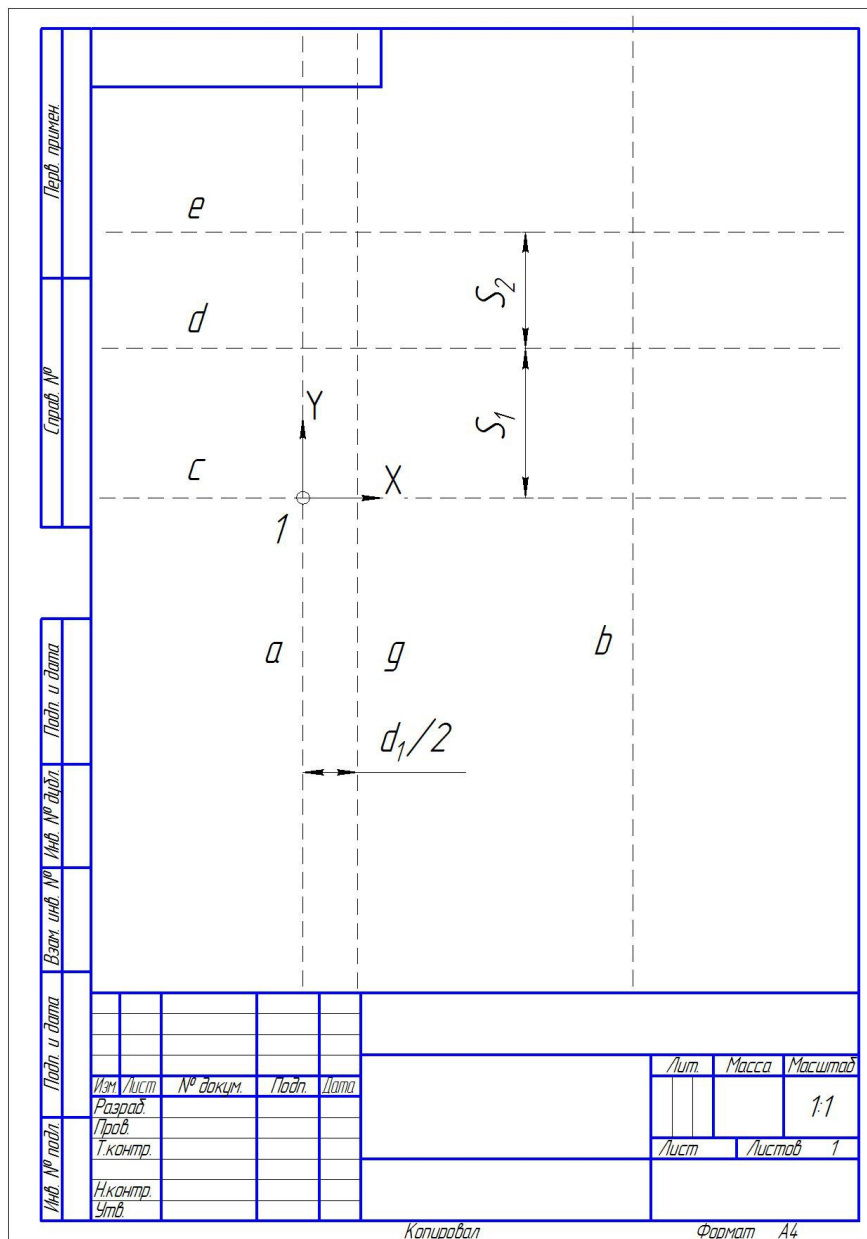



Рис. 2.2. Вспомогательные прямые, используемые при построении фронтального и профильного разрезов соединяемых деталей

### Построение фронтального разреза

1. Постройте сетку вспомогательных линий, воспользовавшись командами построения горизонтальных, вертикальных и параллельных вспомогатель-

ных прямых, расположенных на странице **Геометрия**  (рис.2.2).

При этом вертикальная прямая *a* и горизонтальная прямая *c* должны проходить через точку начала координат вида (точка 1), прямая *b* в дальнейшем будет являться осью профильного разреза и располагается на произвольном расстоянии по оси X от прямой *a*. Прямые *d*, *e*, *g* можно строить как с помощью команд построения горизонтальных и вертикальных прямых, вводя в *Строку параметров* их координаты по оси Y (для прямых *d*, *e*) и по оси X (для прямой *g*), так и с помощью команды построения параллельных вспомогательных прямых. В любом случае следует учитывать, что расстояние между прямыми *c*, *d* и *d*, *e* равно высоте соединяемых деталей (в данном примере 18 мм и 14 мм), а расстояние между прямыми *a* и *g* – половина диаметра отверстия ( $d_1=1,1d$ ,  $d_1/2=6,6$  мм).

2. Постройте контур сечения (точки 2 – 6 на рис. 2.3):

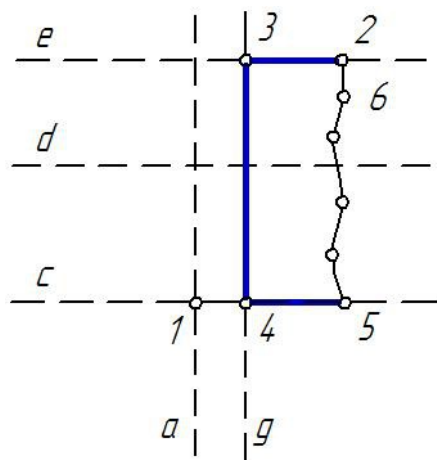







Рис. 2.3. Построение контура сечения командой «Непрерывный ввод объекта»

➔ Включите команду **Непрерывный ввод объекта**  на Странице **Геометрия** .

➔ В *Строке параметров* включите тип линии **отрезок** , стиль линии **Основная** и постройте звенья 2 – 3 – 4 – 5, используя привязки «Точка на кривой», «Ближайшая точка».

➔ Не прерывая команду **Непрерывный ввод объекта**, переключите в *Сроке параметров* тип построения линии на **Кривая Безье** , стиль линии – **Для линии обрыва** и постройте волнистую линии (закончите построение линии в точке 6 включением команды **Замкнуть** .

➔ Завершите построение командой .

3. Постройте левый контур разреза (рис. 2.4):

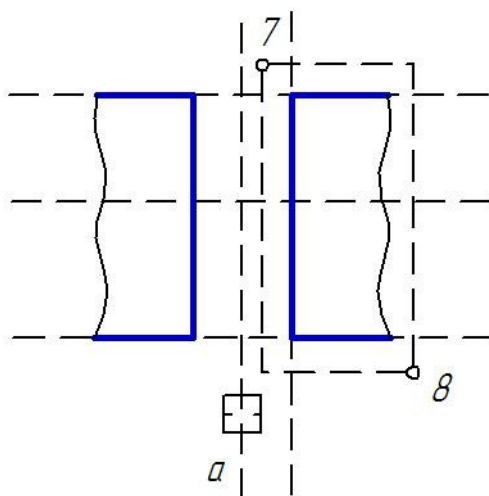







Рис. 2.4. Построение контура фронтально-го разреза командой «Симметрия»



➔ Выполните команду меню **Выделить – Выделить рамкой**, включив в область выделения 7 – 8 контур сечения. Завершите команду выделения .

➔ На странице **Редактирование**  выберите команду **Симметрия**  и в **Строке параметров** включите клавишу **Оставлять исходный объект** .

➔ На Панели специального управления включите **Выбор базового объекта**  и укажите мишенью курсора на вертикальную ось *a* в любой ее точке. Система выполнит построение зеркального отражения правой части разреза.

➔ Прекратите работу команды  и снимите выделение с исходных объектов, щелкнув мышью в любой точке экрана.

4. Постройте центральную часть разреза (рис. 2.5):

➔ Включите команду построения **Отрезка**  на странице **Геометрия** , в **Строке параметров** выберите тип линии **основная**.

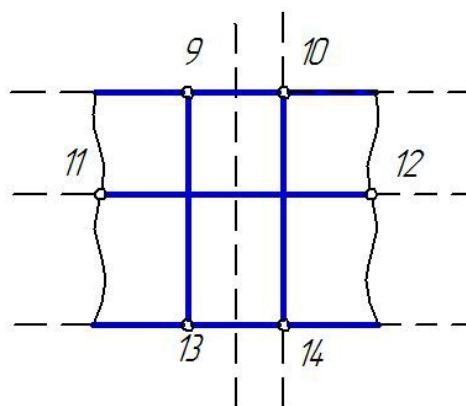





Рис. 2.5. Построение линии стыка деталей

- ➔ Постройте отрезки 9 – 10, 11 – 12, 13 – 14, используя привязку «Ближайшая точка» и «Пересечение», прервите команду построения .

5. Выполните штриховку области разреза (рис. 2.6):

- ➔ Включите команду Штриховка  на странице Геометрия  и укажите произвольные точки внутри областей 1 и 2.
- ➔ В *Строке параметров* выберите шаг штриховки 2 мм, угол наклона  $45^\circ$  и создайте объект.

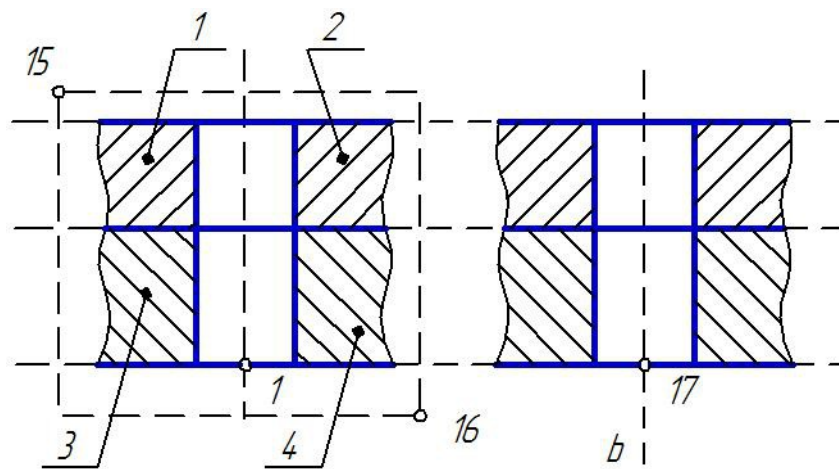







Рис. 2.6. Выполнение штриховки фронтального разреза и построение профильного разреза методом копирования

- ➔ Выполните построение штриховки областей 3, 4, предварительно помняв угол наклона штриховки на  $-45^\circ$ . Создайте объект  и завершите построение команды .

6. Постройте профильный разрез:

- ➔ Выделите рамкой фронтальный разрез с помощью команды меню **Выделить – Выделить рамкой**. Завершите команду выделения .
- ➔ Включите команду Копия указанием  на странице Редактирование .

➔ В качестве базовой точки укажите точку 1, в качестве нового положения базовой точки – точку 17.

➔ Завершите построение команды .



## **Упражнение 2.** Работа с прикладной библиотекой крепежных элементов

*Выполнить:*

- ✓ Подобрать в конструкторской библиотеке в соответствии с заданными параметрами элементы болтового соединения.
- ✓ Вставить изображения элементов болтового соединения в чертеж.
- ✓ Завершить оформление чертежа «Соединение болтовое», проставив необходимые размеры и заполнив основную надпись.

### **Подбор элементов болтового соединения**

1. Подключите Конструкторскую библиотеку:

- ➔ Нажмите на кнопку **Менеджер библиотек**  на *Инструментальной панели Стандартная*.
- ➔ В открывшемся окне слева из списка выберите раздел *Машиностроение*, а справа – **Конструкторская библиотека**.
- ➔ Подключите раздел библиотеки **Крепежный элемент**  **Крепежный элемент**.

2. Подберите элементы болтового соединения в зависимости от индивидуального задания:

- ➔ В открывшемся окне «Крепежные элементы» (рис. 2.7) в окне *Диаметр  $d$*  и *Толщина пакета* (включив флажок *Зафиксировать толщину*) укажите заданные параметры.
- ➔ Включите флажки *Рисовать Верхний, Средний, Нижний участки, Ось, Автоподбор* и *Главный вид*.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Программа также предусматривает автоматическое построение контура отверстия, если оно заранее не было построено. Для этого необходимо поставить флажок в окне *Отверстие*.

- ➔ На вкладке *Все элементы* из списка *Болты – Болты нормальные* выберите Болт ГОСТ 7798-70 и нажмите верхнюю кнопку со стрелкой. При этом в центральном верхнем окне появится наименование элемента, а в правом окне его изображение.

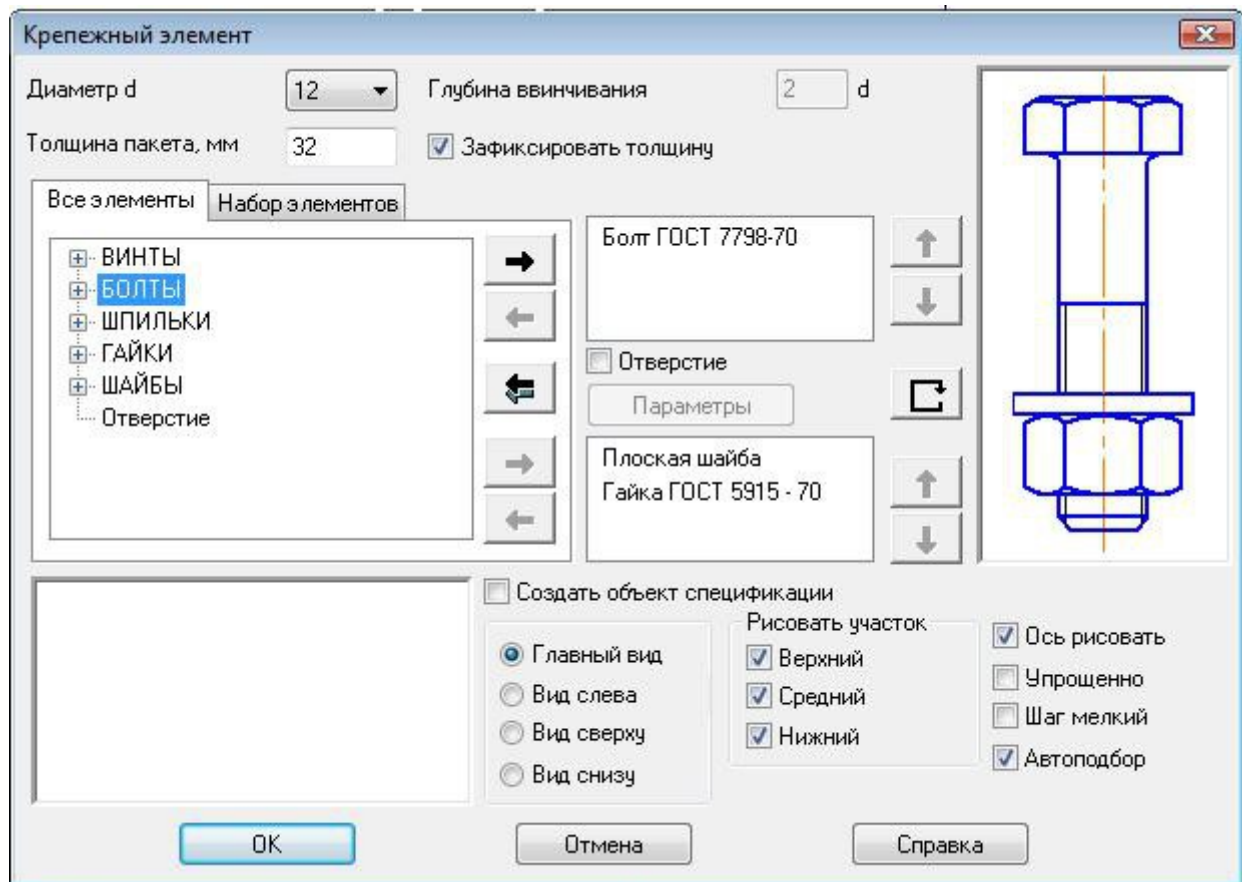




Рис. 2.7. Окно «Крепежный элемент» Конструкторской библиотеки

- ➔ Аналогичным образом подберите Гайку шестигранную ГОСТ5915-70 и Шайбу плоскую ГОСТ 11371-78 введя их наименование в центральное нижнее окно с помощью верхней стрелки нижнего ряда. При необходимости можно поменять месторасположение гайки и шайбы с помощью стрелок, расположенных справа от окна списка выбранных элементов.
- ➔ После подбора крепежных элементов, входящих в соединение, закройте окно «Крепежный элемент нажав на клавишу ОК. На поле чертежа появится фантомное изображение крепежных элементов.
3. Вставьте элементы болтового соединения в чертеж (рис. 2.8):



- ➔ В точке 1 на прямой *a* зафиксируйте щелчком ЛКМ положение первой базовой точки, поверните фантом соединения и зафиксируйте положение второй базовой точки в произвольном месте прямой *a*.
- ➔ Аналогичным образом постройте вид слева с базовой точкой 17 на прямой *b* и вид сверху с привязкой в произвольной точке на прямой *a*.<sup>11</sup>
- ➔ Достройте вид сверху и отредактируйте изображение разрезов с помощью команды **Усечь кривую двумя точками**  на странице **Редактирование** .

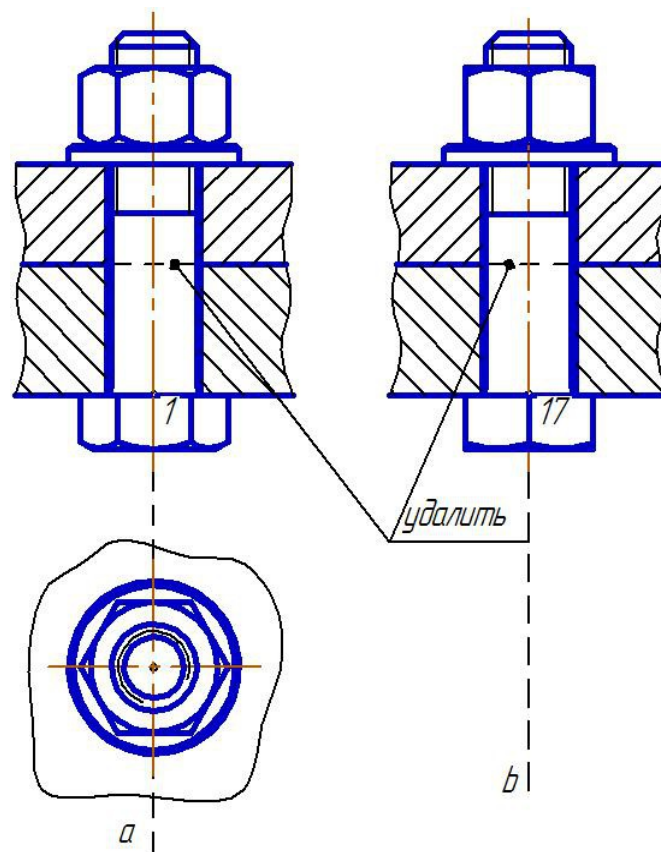


Рис. 2.7. Редактирование чертежа

4. Проставьте необходимые размеры в соответствии с рисунком 1 и заполните основную надпись.
5. Запишите полученный результат.

<sup>11</sup> В данном случае вместо вида сверху в окне «Крепежный элемент» необходимо установить флажок рядом с Видом снизу

**Цель работы:** Освоение приемов работы с прикладной библиотекой проектирования тел вращения Shaft 2D.



**Задание:** Создать двухмерный чертеж и твердотельную модель детали «Вал» (рис. 2.8), используя прикладную библиотеку проектирования тел вращения Shaft 2D.

Внешний и внутренний контур деталей при работе с прикладной библиотекой Shaft 2D строится поэтапно, отдельными ступенями. Эта библиотека позволяет строить чертежи деталей, состоящих из набора различных простейших геометрических поверхностей вращения (цилиндр, конус, сфера) и призматических поверхностей (четырёхгранник и шестигранник). Также существует возможность дополнить чертеж детали шлицами, шпоночными пазами и другими конструктивными элементами. Кроме того, с помощью этой системы можно проектировать зубчатые передачи.

Прежде чем приступить к работе, необходимо проанализировать какую форму и размеры имеют отдельные составляющие поверхности детали, и какие дополнительные конструктивные элементы она имеет (рис. 2.8, 2.9).

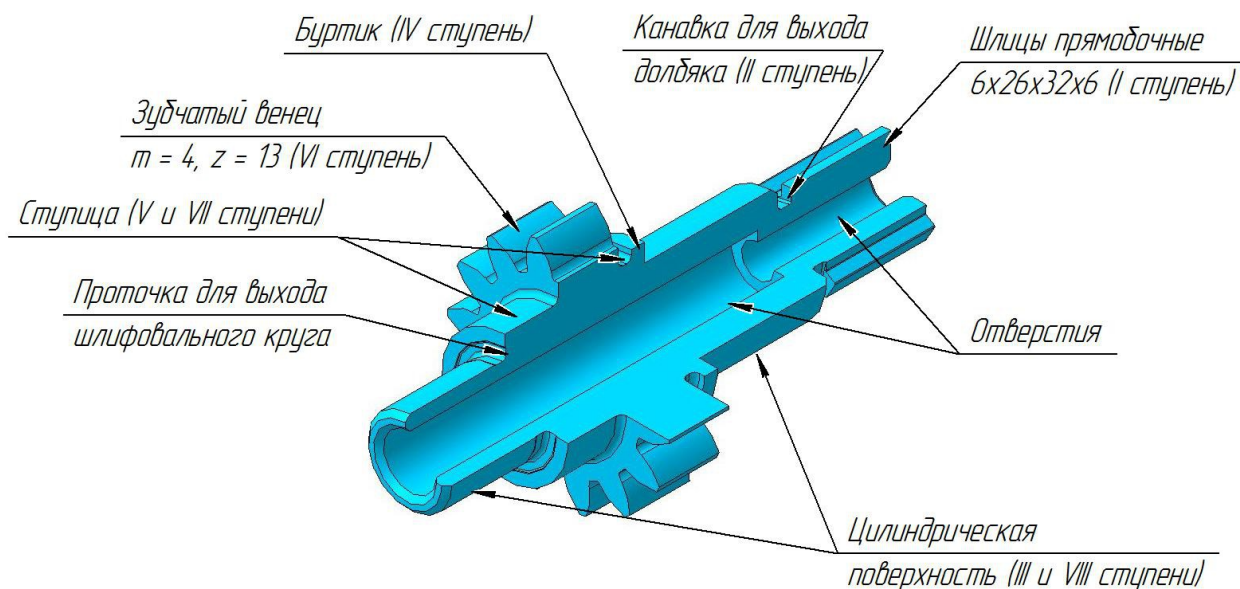


Рис. 2.9. Модель детали «Вал-шестерня»


## Упражнение 1. Построение двухмерного изображений детали «Вал»

*Выполнить:*


- ✓ Начертить главный вид детали с разрезом, руководствуясь рисунками 2.8...2.13 и пояснениями к ним.

Построение тела вращения с помощью расчетного модуля Shaft 2D

1. Запустите систему КОМПАС-3D.

2. Создайте новый документ типа «Фрагмент»  и сохраните его под именем «Вал. Главный вид».

3. Подключите библиотеку построения тел вращения Shaft 2D:

➔ Нажмите на кнопку **Менеджер библиотек**  на *Инструментальной панели Стандартная*.

➔ В открывшемся окне слева из списка выберите раздел *Расчет и построение*, а справа – **КОМПАС Shaft 2D**.


➔ Подключите раздел библиотеки **Построение модели**.

➔ В строке меню открывшегося окна **КОМПАС Shaft 2D** (рис. 2.10)


включите команду построения **Новой модели**  и выберите **тип отрисовки модели – в разрезе**.

➔ Установите и зафиксируйте курсор мыши в начале координат фрагмента (крайняя левая точка модели вала).

4. Постройте первую ступень вала — шлицы 6х26х32х6:

➔ Выберите команду **Простые ступени**  и из появившегося списка выберите построение «*Цилиндрической ступени*».

➔ В появившемся окне установите следующие параметры: длина 30 мм, диаметр 32 мм, фаска слева 2х45° (размерные значения рекомендуется

выбирать из базы , чтобы назначить выбранный размер параметром

изделия, необходимо дважды щелкнуть на нем ЛКМ).

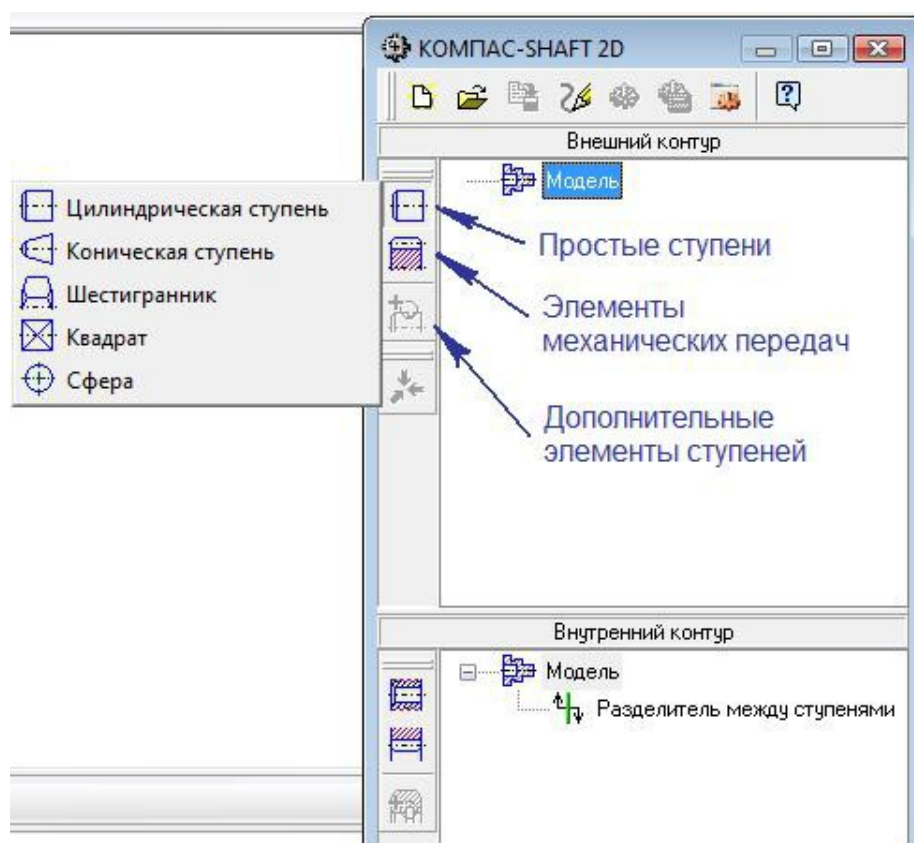





Рис. 2.10. Окно выбора ступеней детали модуля «КОМПАС – Shaft 2D»

➔ Закончите выбор параметров кнопкой **OK** .

➔ Выберите команду **Дополнительные элементы ступени**  и из появившегося списка выберите «Шлицы» - «Прямобоочные».

➔ Оставьте параметры, предложенные в появившемся окне, без изменения и нажмите кнопку **OK** .

5. С помощью команды **Простые ступени**  постройте вторую ступень вала – канавку для выхода долбяка (диаметр 20 мм, длина 4 мм, галтель слева и справа радиусом 1 мм).
6. Самостоятельно постройте III, IV и V цилиндрические ступени вала, руководствуясь рисунками 1 и 2.
7. Постройте VI ступень вала – зубчатый венец шириной  $m=4$ ,  $z=15$ , 18 мм:

→ Включите команду построения **Элементов механической передачи**



и из списка выберите построение «*Шестерни цилиндрической зубчатой передачи*».

→ В открывшемся окне «*Комплекс программ GEARS*» включите клавишу **Запуск расчета**, в следующем окне **Геометрический расчет** и выберите вариант «*По диаметрам вершин колес*».

Рис. 2.11. Окна запуска расчета зубчатых передач «Комплекс программ GEARS»

Исходные данные

**GEARS 5.5.08**

$$a_w = \frac{(Z_1 + Z_2) \cdot m}{2 \cdot \cos \beta} \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_w}$$

$$G_F = \frac{F_1}{b \cdot m} \cdot K_F \cdot Y_F \cdot Y_{Fa} \cdot Y_{\beta}$$

$$G_H = Z_L \cdot Z_H \cdot Z_{\beta} \cdot \sqrt{\frac{F_1}{b \cdot d} \cdot \frac{u+1}{u}}$$

Геометрический расчет

Страница 1 | Страница 2 | Предмет расчета

Параметры	Ведущее колесо	Ведомое колесо
1. Число зубьев	18	36
2. Модуль, мм	3.500	
3. Угол наклона зубьев, °	0 ° 0 ' 0 "	
4. Угол профиля зубьев, °	20 ° 0 ' 0 "	
5. Коэффициент высоты головки зуба	1	
6. Коэффициент радиального зазора	0.25	
7. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба	0.38	
8. Ширина зубчатого венца, мм	18	18
9. Диаметры вершин колес, мм	70	133
10. Диаметр ролика (шарика), мм	6.212	6.212
11. Вид обработки	рейка	рейка
12. Характеристика инструмента		
13. Направление спирали зуба ведущего колеса	прямое	


Комплекс программ **GEARS**

Запуск расчета

Рис. 2.11. Окна запуска расчета зубчатых передач «Комплекс программ GEARS»

→ В окне «*Геометрический расчет*» (рис. 2.11) на *Странице 1* установите следующие параметры: число зубьев ведущего колеса 18, ведомого – 36; модуль зацепления 3,5; ширина зубчатых венцов 18 мм; диаметры вершин колес 70 мм и 133 мм; диаметры роликов колес назначьте реко-





мендуемые из списка  (6, 212 мм). Остальные параметры оставьте без изменения.

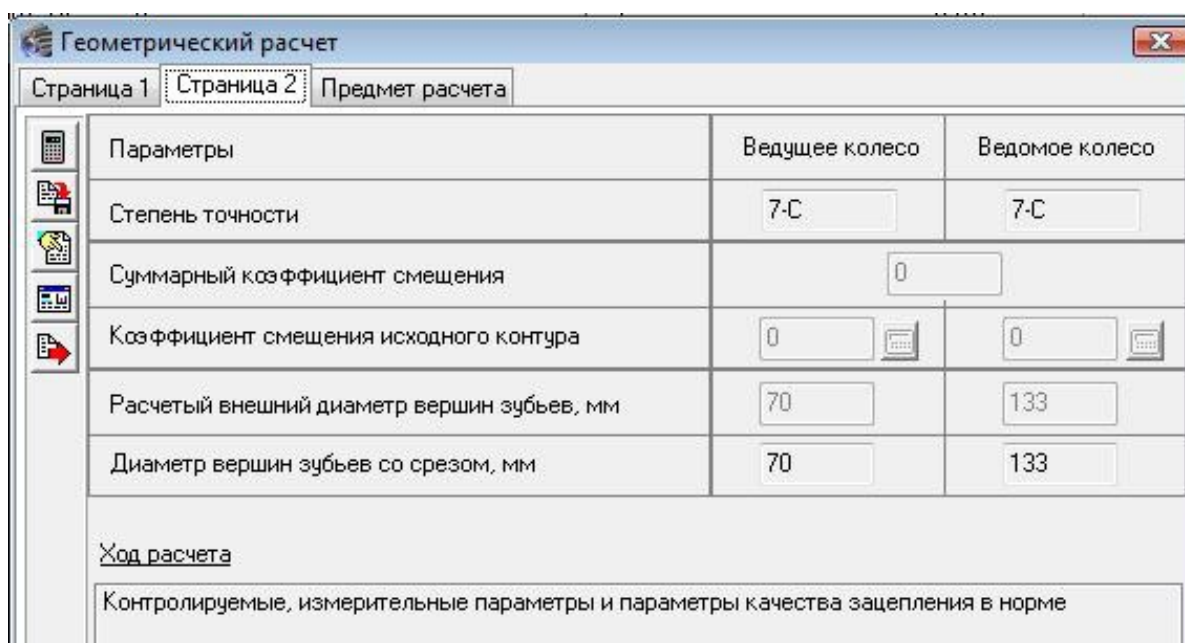
➔ Перейдите на *Страницу 2* и включите команду **Выполнить расчет**





. В поле *Ход расчета* система сообщается об удовлетворительности параметров качеству зацепления и даются рекомендации о их измене-

нии. Если введенные параметры в норме **Завершите расчет** . При

необходимости можно записать результаты расчета в файл .



Параметры	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Степень точности	7-C	7-C
Суммарный коэффициент смещения	0	
Коэффициент смещения исходного контура	0 	0 
Расчетный внешний диаметр вершин зубьев, мм	70	133
Диаметр вершин зубьев со срезом, мм	70	133

Ход расчета

Контролируемые, измерительные параметры и параметры качества зацепления в норме

Рис.2.12. Страница выполнения расчета зубчатой передачи






➔ В окне «*Выбор объекта построения*» выберите **Шестерня  $z=18$** , выполните фаски  $2 \times 45^\circ$ , включите флажок **размеры** и завершите команду

построения кнопкой **OK** .



8. Достройте оставшиеся ступени внешней поверхности вала.

9. Постройте внутреннюю поверхность вала:



- ➔ Включите команду построения отверстий **Простые ступени**  и из списка выберите «Цилиндрическая ступень».
- ➔ Введите в открывшемся окне параметры отверстия: диаметр *10 мм*, длина *40мм*, фаска слева *1,5x45°*.
- ➔ Для того, чтобы отверстие располагалось с левого торца детали, перетящите курсором разделитель ступеней  вниз.
- ➔ Постройте вторую ступень отверстия, для этого выделите в *Дереве построений* только что построенную *I* ступень и включите команду **Простые ступени** , «Цилиндрическая ступень».
- ➔ Включите команду **Фантомное построение** , передвиньте фантом отверстия курсором к правому торцу детали и зафиксируйте его после срабатывания привязки ЛКМ.
- ➔ В поле диаметр введите значение диаметра отверстия – *16 мм*, фаска справа *1,5 мм* и завершите команду построения отверстия *ОК* .

10. Выполните на последней цилиндрической ступени канавку для выхода шлифовального круга:

- ➔ Выделите цилиндр *D=25* в *Дереве построений*, включите команду **Дополнительные элементы ступеней**  и в открывшемся списке выберите элемент «Канавка для выхода шлифовального круга»
- ➔ В окне выберите канавку для шлифования по цилиндру и торцу соответствующего вала положения (рис. 2.9). Измените буквенное обозначение выносного элемента и нажмите кнопки *Применить ОК*  (на изображении вала появится только обозначение выносного элемента.)

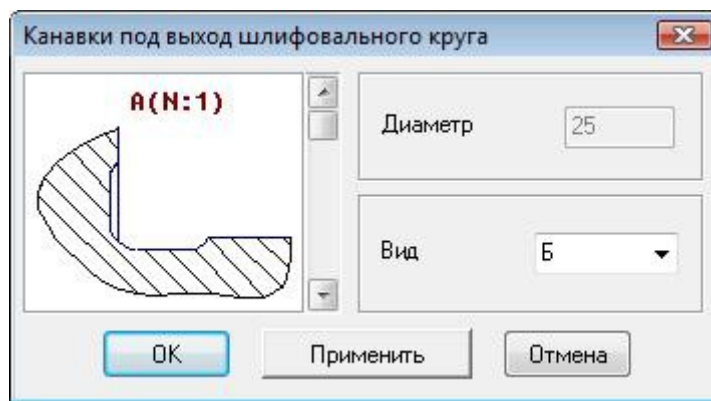


Рис. 2.13. Окно выбора типа и размера конструктивного элемента «Канавка для выхода шлифовального круга» модуля «КОМПАС – Shaft 2D»


11. Постройте твердотельную модель вала. Для этого запустите команду **Генерация твердотельной модели** из меню **Дополнительные построения**



12. Закройте окно **КОМПАС Shaft 2D** кнопкой **Сохранить модель и выйти**



13. Закройте окно менеджера библиотек.

На чертеже построен вид спереди с разрезом. Для построения вида слева или сечения можно воспользоваться командами **Генерация вида слева** или **Генерация сечения** в меню **Дополнительные построения** .

Полученное изображение вала является макроэлементом. Пока он не разрушен, существует возможность корректировки его составных частей, вызвав двойным щелчком ЛКМ по макроэлементу окно проектирования. Дальнейшее оформление чертежа производится после разрушения макроэлемента.

14. Сохраните полученное изображение вала и его трехмерную модель.

## **Упражнение 2. Окончательное оформление чертежа. Построение таблицы параметров**



*Выполнить:*

- ✓ Выбрать формат чертежа.
- ✓ Создать новые виды листа чертежа.

- ✓ Создать изображение выносного элемента с помощью библиотеки *Конструктивных элементов*.
- ✓ Завершить оформление чертежа «Вал-шестерня», проставив необходимые размеры и заполнив основную надпись.
- ✓ Создать таблицу параметров цилиндрического зубчатого венца.

Чертеж включает в себя три изображения (главный вид с разрезом, сечение профильной плоскостью по шлицам прямобочного профиля и выносной элемент канавки для выхода шлифовального круга). Главный вид и сечение выполнены в масштабе 1:1, выносной элемент в масштабе 5:1. Эти изображения целесообразней разместить на формате А3, создав для них отдельные Виды.

### **Работа с библиотекой Конструктивных элементов**

1. Создайте новый документ типа **Фрагмент** .
2. Подключите Конструкторскую библиотеку:
  - ➔ Нажмите на кнопку **Менеджер библиотек** .
  - ➔ В открывшемся окне слева из списка выберите раздел *Машиностроение*, а справа – *Конструкторская библиотека*
  - ➔ Из предложенного списка выберите *Наружное шлифование по цилиндру и торцу*.

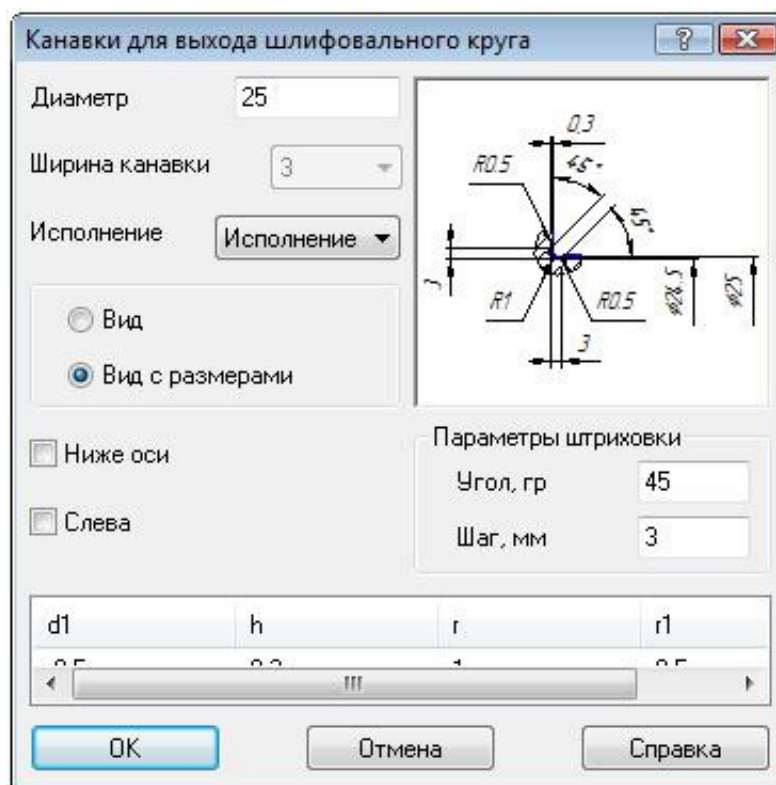









Рис. 2.14. Окно выбора типа и размера канавки для выхода шлифовального круга библиотеки «Конструктивные элементы»

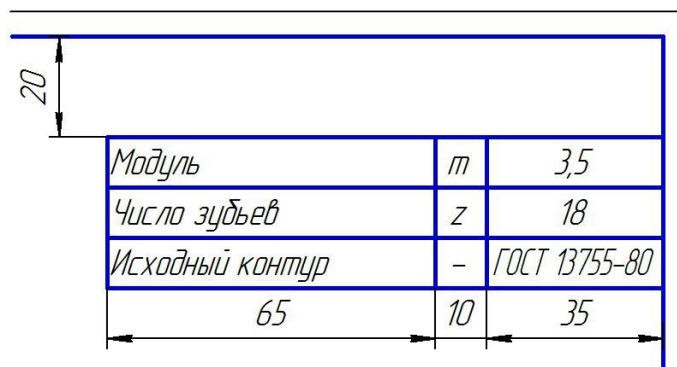
- ➔ В открывшемся окне выберите тип исполнения канавки 1, введите диаметр цилиндра 25 мм, согласитесь с предложенной шириной, укажите, измените шаг штриховки в соответствии с штриховкой разреза вала (3 мм) и установите флажок *Вид с размерами*.
- ➔ Закройте окно клавишей **ОК**.
- ➔ Укажите местоположение изображения канавки щелчком ЛКМ в любой точке экрана и задайте горизонтальную ориентацию повторным щелчком.

3. Завершите построение , закройте библиотеку и сохраните фрагмент под именем «Канавка».

## Построение таблицы параметров цилиндрического зубчатого венца

1. Создайте документ типа **Фрагмент**  и сохраните его в свою папку под именем «Таблица зубчатого венца».
2. Создайте таблицу:
  - ➔ Включите команду **Ввод таблицы**  на странице **Обозначения**  и укажите щелчком ЛКМ произвольную точку на рабочем поле (точку вставки).
  - ➔ В открывшемся окне «Создать таблицу» задайте следующие параметры: *число столбцов 3, число строк 3* и установите флажок рядом с полем *Не создавать заголовок* и нажмите кнопку **ОК**.<sup>12</sup>
3. Отредактируйте выравнивание текста:
  - ➔ Выделите первый столбец с помощью курсора, передвигая его с нажатой ЛКМ с первой ячейки к третьей.
  - ➔ В *Строке параметров* на вкладке *Формат* выберите значок **Выровнять влево**.
4. Измените размер ячеек таблицы:
  - ➔ Укажите щелчком ЛКМ правую верхнюю ячейку. Перейдите на вкладку *Таблица* и с помощью кнопки **Формат ячейки**  вызовите одноименное окно, в котором задайте **ширину** ячейки *35 мм* и нажмите клавишу **ОК**.
  - ➔ Аналогичным образом измените ширину центральной ячейки на *10 мм* и правой ячейки на *65 мм*.
5. Введите с клавиатуры текст таблицы в соответствии с рис. 8. и завершите построение командами  и .

<sup>12</sup> Система создала фантом таблицы. По умолчанию выравнивание текста в ячейках таблицы идет по центру. Однако в данной таблице выравнивание текста в первом столбце должно идти по левому краю.



The image shows a technical drawing of a gear profile. A vertical dimension line on the left indicates a height of 20. Below this, a table lists the parameters of the gear. The table has three columns: a descriptive name, a symbol, and a value. The rows are: Module (m) = 3.5, Number of teeth (z) = 18, Original contour (ГОСТ 13755-80), and a row with values 65, 10, and 35.

Модуль	$m$	3,5
Число зубьев	$z$	18
Исходный контур	–	ГОСТ 13755-80
65	10	35

Рис.2.15. Таблица параметров зубчатого венца

6. Сохраните полученный результат.

### Создание нового документа






1. Создайте новый документ типа **Чертеж**.
2. Выберите новый формат чертежа:
  - ➡ Выполнив команду меню **Сервис – Параметры**.
  - ➡ На вкладке *«Параметры текущего чертежа»* выберите **Параметры первого листа – Формат**. Из списка выберите формат А3 и установите флажок рядом с горизонтальной ориентацией формата.
  - ➡ Завершите выбор формата, нажав на кнопку ОК.
3. Запишите только что созданный документ в свою папку под именем **«Вал-шестерня»**.

### Создание нового вида

1. Выполните команду меню **Вставка – Вид**.
2. В *Строке параметров* выберите масштаб нового вида 1:1 и измените его название на *Главный вид*.
3. Передвигая курсор с фантомом осей координат по полю чертежа, щелчком ЛКМ укажите произвольную точку привязки вида.
4. Аналогичным образом создайте вид *Выносной элемент* с масштабом 5:1.

## Работа с фрагментами чертежа

1. Вставьте фрагмент вала в чертеж:
  - ➔ Перейдите в *Главный вид*.
  - ➔ Выполните команду меню **Вставка – Фрагмент** и из списка файлов выберите файл «*Вал. Главный вид*».
  - ➔ Укажите место привязки изображения щелчком ЛКМ.
2. Сохраните результат.
3. Аналогичным образом вставьте фрагмент канавки в Вид «*Канавка*», в *Строке параметров* включите кнопку **Размеры не масштабировать**.
4. Поместите таблицу параметров в чертеж «Вал» через буфер обмена:
  - ➔ Выделите созданную таблицу.
  - ➔ Включите кнопку **Копировать**  на *Панели управления* и в качестве базовой точки укажите правую верхнюю точку таблицы.
  - ➔ Откройте чертеж «Вал» и, вызвав изображение таблицы из буфера обмена , укажите в качестве базовой точки верхний правый угол внутренней рамки чертежа. Прервите команду вставки клавишей <Esc>.
  - ➔ Выделите таблицу и с помощью команды **Сдвиг** на странице **Редактирования** передвиньте таблицу вниз, указав в *Строке параметров* сдвиг по оси **OY** - 20 мм.
  - ➔ Прервите команду построения и запишите полученный результат.
5. Окончательно оформите чертеж проставив размеры, обозначение разрезов и заполнив основную надпись
6. Запишите полученный результат .



Савченко Н.В.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

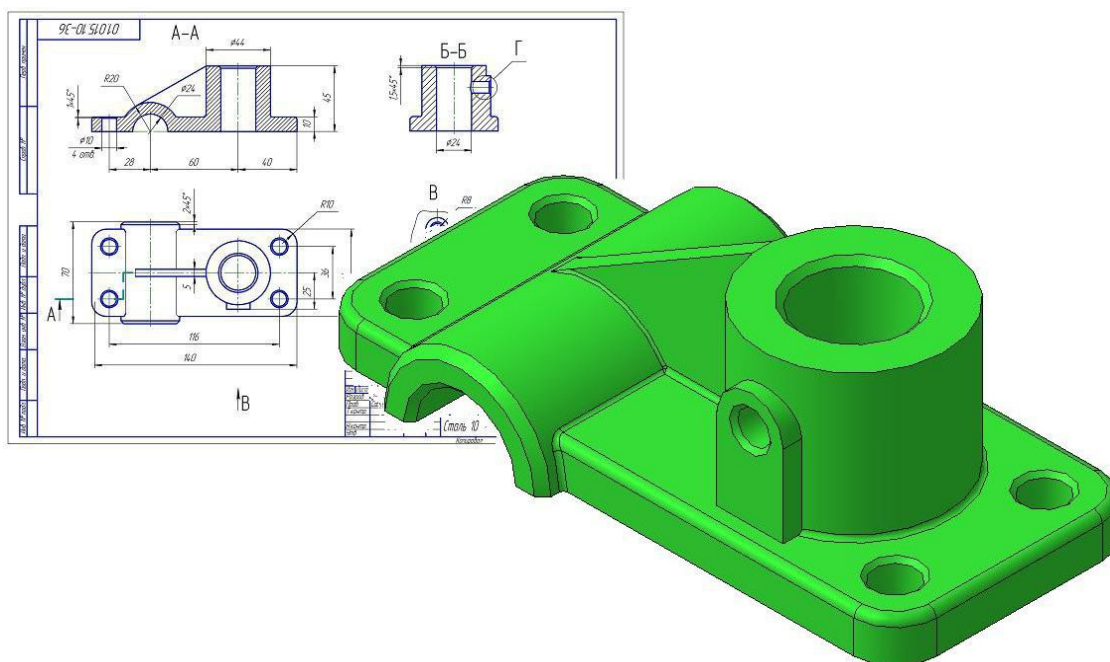
### Часть 3. Объемное моделирование деталей

#### в системе КОМПАС-3D

#### *Лабораторный практикум*

по дисциплинам «Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика»

специальностей 151600 «Прикладная механика»,  
160100 «Самолетостроение»,  
160400 «Ракетные транспортные системы»,  
220700 «Автоматизация технологических  
процессов и производств»



\*\*\*

КОМПАС – 3D – это модуль создания объемных моделей деталей и сборочных единиц. Он применяется при трехмерной технологии проектирования и построения чертежа. С помощью объемного моделирования можно получить виртуальную модель детали, наглядно и точно отображающую ее форму и размеры, выполнить необходимые расчеты. На базе созданной модели система дает возможность быстро (практически в автоматическом режиме) построить ортогональные и аксонометрические чертежи (ассоциативные чертежи).

Пособие предлагает студентам познакомиться с основными операциями по созданию в КОМПАС-3D объемных моделей деталей и возможности их редактирования. Также здесь рассматривается пример построения ассоциативных чертежей из готовых моделей деталей.

Часть 4. «*Выполнение сборочного чертежа в системе КОМПАС – 3D*» посвящена вопросу создания конструкторской документации по объемной модели сборочной единицы и содержит примеры создания трехмерных сборок и построения на их основе сборочных чертежей и спецификаций.

# ОСНОВЫ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

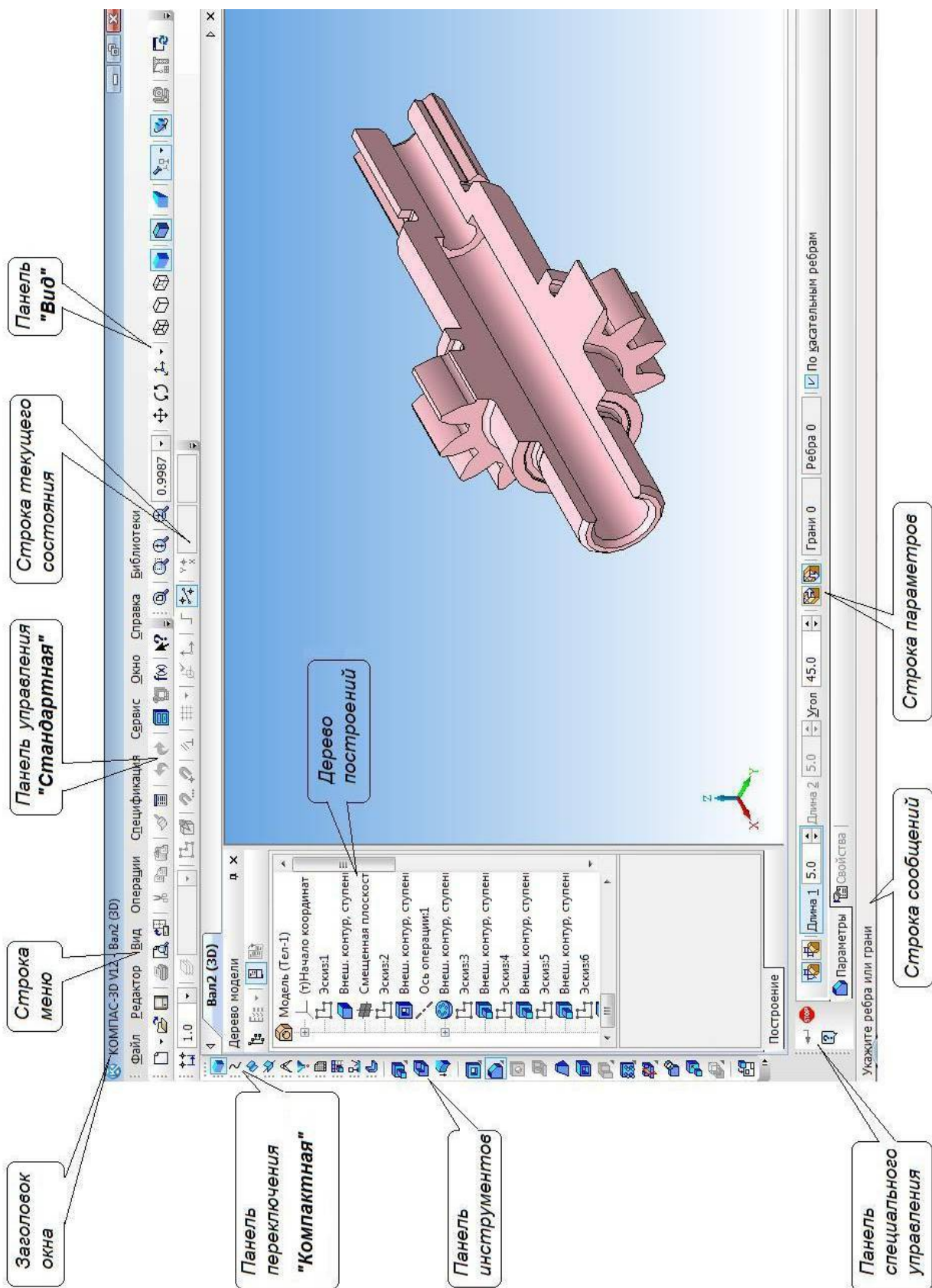



Рис. 3.1 Окно модуля твердотельного моделирования КОМПАС – 3D

Модуль КОМПАС – 3D используется для создания трехмерных параметрических моделей деталей и сборочных единиц.

Внешний вид окна модуля твердотельного моделирования практически не отличается от окна КОМПАС – 3D при работе с графическими документами. На экране, независимо от типа разрабатываемого документа всегда отображается *Главное меню* и панели инструментов *Вид*, *Стандартная*, *Текущее состояние* и *Компактная*. Однако содержание их несколько отличается от меню и панелей модуля построения двухмерного чертежа, например в инструментальной панели «*Вид*» присутствует команда **Ориентация** и кнопки управления отображением модели **Каркас**, **Полутоновое**, **Перспектива** и т.п. (рис.3.2).

Команда **Ориентация**  позволяет расположить модель на экране в стандартной проекции.

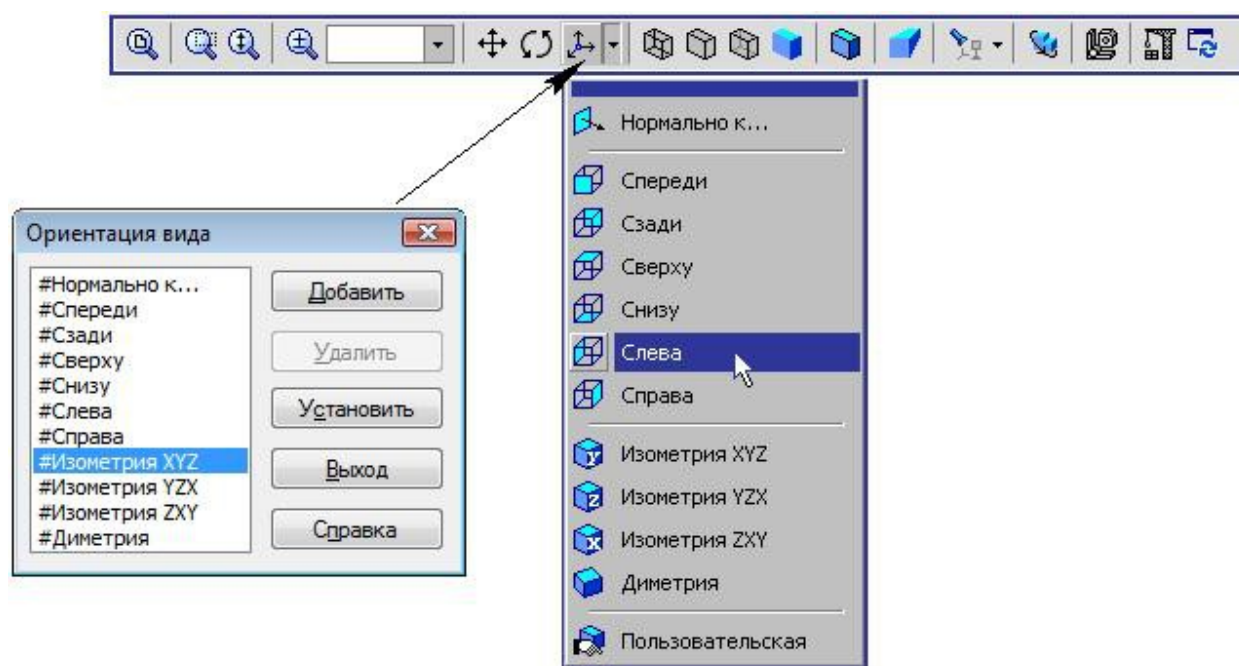


Рис. 3.2. Панель «Вид»

При необходимости в дальнейшем создания ассоциативных чертежей (или сборки), крайне важно заранее правильно выбрать главный вид детали и в зависимости от этого сориентировать модель относительно плоскостей проекций. Это даст возможность избежать лишних операций по ее переори-

ентации.

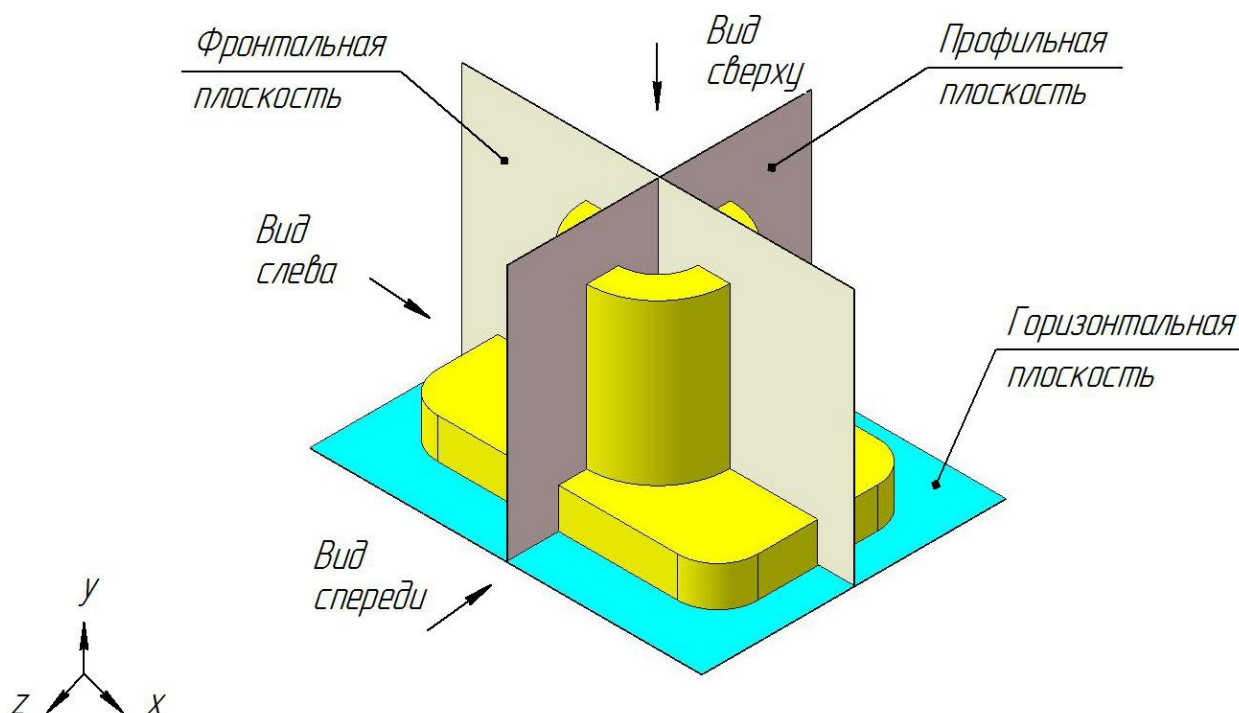







Рис. 3.3. Система координат в КОМПАС – 3D

Панель **Компактная** модуля трехмерной графики содержит кнопки переключения следующих страниц Инструментальных панелей<sup>13</sup>:

- **Редактирование**  - содержит кнопки включения команд формирования внешней и внутренней поверхности детали, редактирования ее элементов, а также команды построения плоского чертежа из модели (рис. 3.4):
- **Пространственные кривые**  - содержит команды построения пространственных линий, которые могут быть использованы, например, в качестве направляющих и т.п. (рис. 3.5);
- **Поверхности**  - содержит команды создания поверхностей (рис. 3.6);

<sup>13</sup> Перечень приведен для режима построения модели детали.

- **Вспомогательная геометрия**  - содержит команды построения осей, дополнительных плоскостей и др. (рис.3.7)
- **Элементы листового тела**  - группа команд, позволяющих формировать модель детали методом гибки, штамповки и строить развертку.

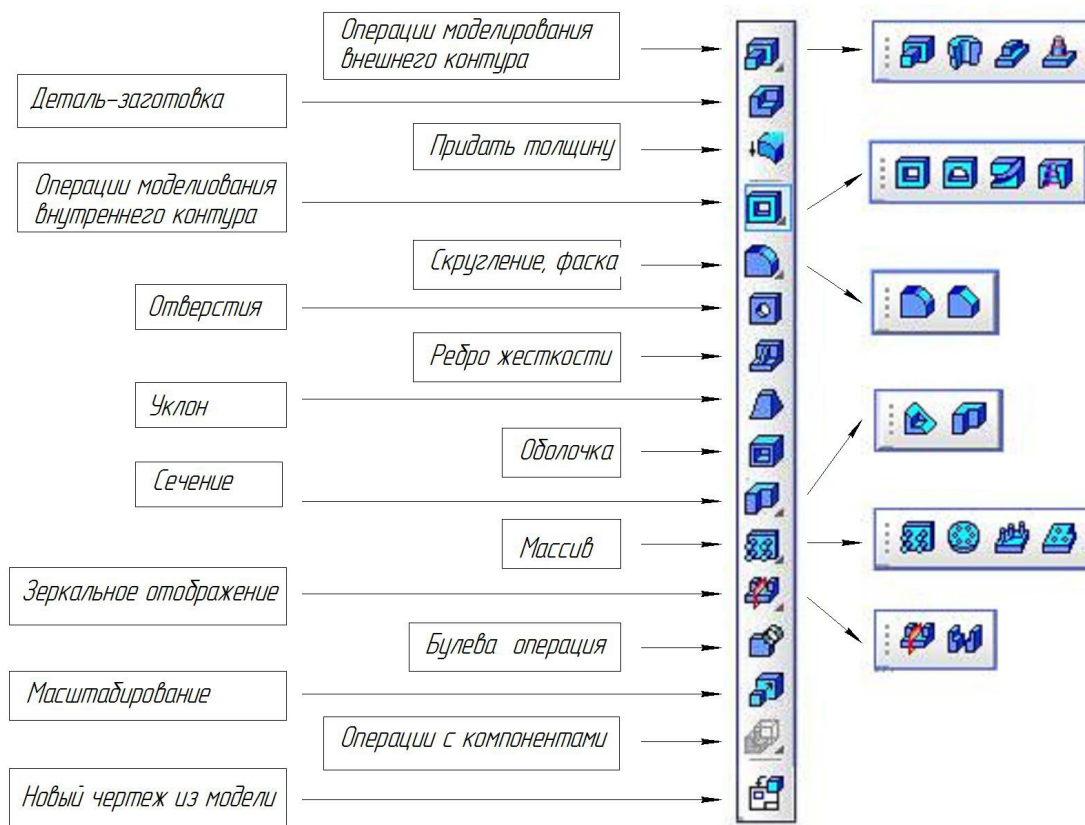


Рис. 3.4. Инструментальная панель «Редактирование»



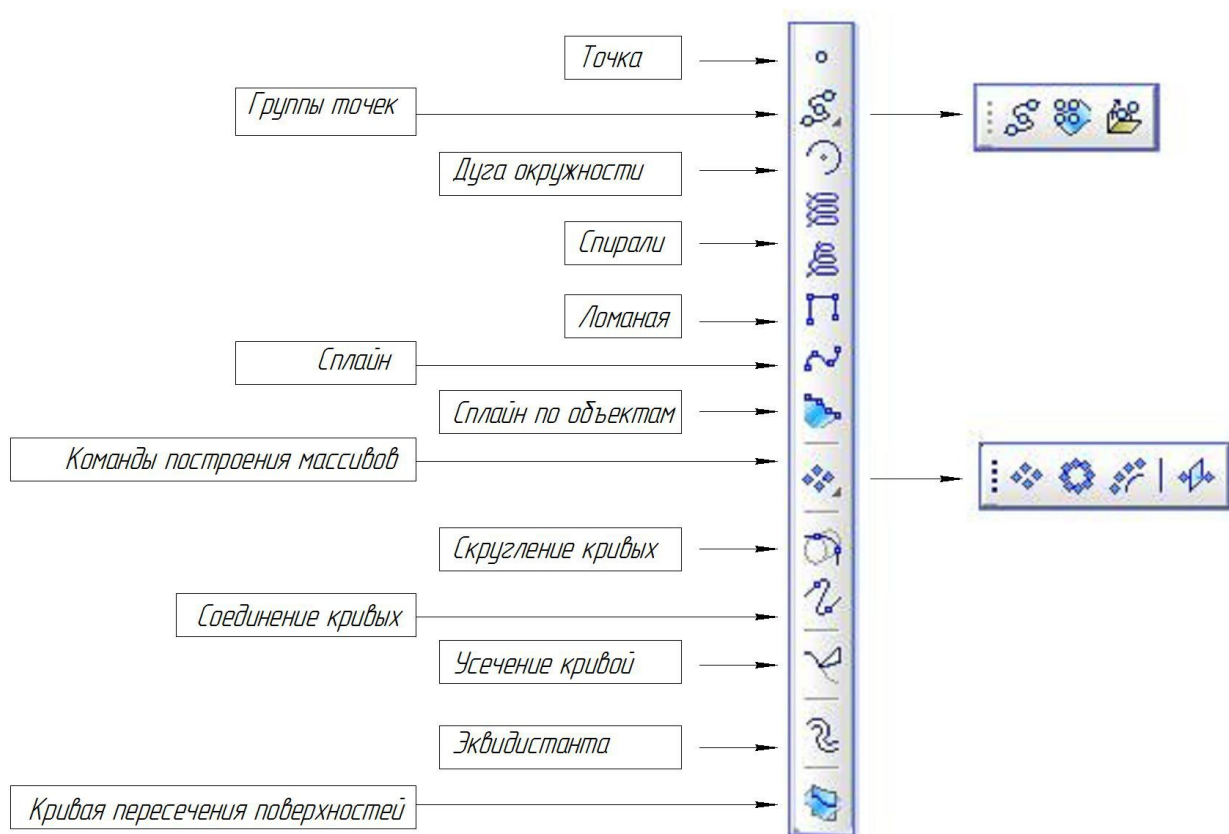


Рис. 3.5. Инструментальная панель «Пространственные линии»



Рис. 3.6. Инструментальная панель «Поверхности»

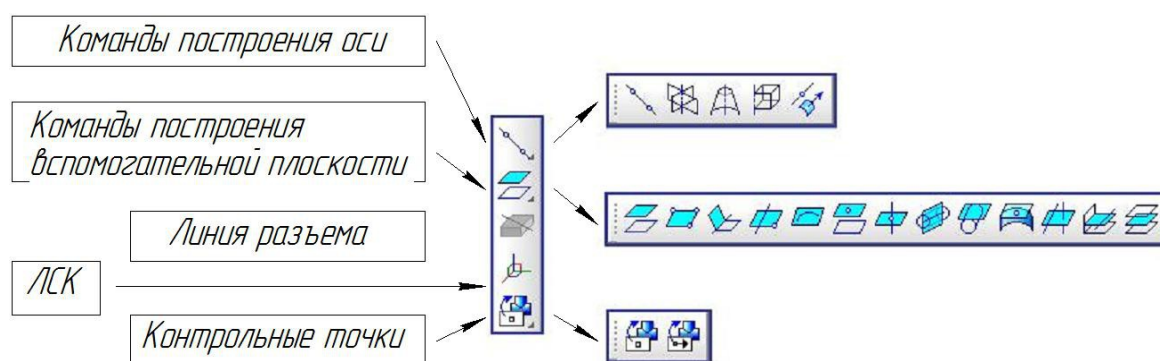


Рис. 3.7. Инструментальная панель «Вспомогательная геометрия»

### Основные принципы построения модели детали

Конструкция любой детали состоит из набора простейших геометрических поверхностей. Построение ее модели в общем случае можно начать с



формирования любого элемента, принятого за основание, к которому в дальнейшем с помощью формообразующих операций можно добавлять последующие элементы (или вычитать их).

В КОМПАС-3D для создания модели геометрического тела применяется кинематический способ образования поверхности, при котором происходит перемещение образующей (заданного плоского контура) по определенной траектории.

Процесс моделирования поверхностей детали состоит из двух этапов: Создание плоского контура, называемого эскизом. Выполнение формообразующих операций, к которым в свою очередь относятся:

- операции **выдавливания**;
- операции **вращения**;
- **кинематические** операции;
- операции **по сечениям**.

### *Требования, предъявляемые к построению эскиза*





1. Эскиз строится только на плоскости. В качестве плоскости построения могут быть выбраны:
  - плоскости проекций XY, XZ, YZ;
  - плоскости или грани созданных элементов модели;
  - плоскости, созданные с помощью операций инструментальной панели

### **Вспомогательная геометрия**

2. Эскиз может состоять из одного или нескольких контуров. Контур не должен иметь общих точек, а также пересекаться между собой или с осью вращения (контур может заканчиваться на оси вращения).
3. Контур строится линией стиля «Сплошная основная», ось вращения – «Осевая» (используется при построениях операцией «Вращение»).


4. Если используется один контур, то он может быть как замкнутым, так и незамкнутым. Если формирования модели необходимы два и более контура, то они должны быть замкнутыми.
5. Допускается только один уровень вложения контуров.

### *Алгоритм построения объемной модели*

1. Создается документ типа «Деталь» .
2. На панели «Дерево построений» указывается плоскость, в которой необходимо построить эскиз.
3. На Инструментальной панели «Стандартная» включается кнопка команды построения **Эскиза** , т.е. осуществляется переход на страницу построения двухмерных чертежей.
4. Строятся контуры эскиза с помощью команд панелей **Геометрия**, **Редактирование** и **Размеры**. Заканчивается построение эскиза повторным нажатием на кнопку **Эскиз** .
5. На *Панели Компактная* включается кнопка одной из формообразующих операций. В *Строке параметров* задаются параметры данной операции и завершается создание объекта кнопкой **Создать объект** .

Процесс построения модели отображается на панели, называемой «*Дерево построений*». Перед началом построений новой детали в *Дерево построений* присутствуют только пиктограммы плоскостей проекций XY, XZ, YZ, начала координат и осей проекций. В процессе создания модели в *Дерево* добавляются эскизы, плоскости, пространственные кривые, формообразующие операции и т.п. *Дерево* дает возможность вернуться к тому или иному элементу для его редактирования. Однотипным элементам по умолчанию система дает порядковый номер. Однако для упрощения дальнейшего редактирования объектов допускается давать им свои наименования.

После выбора той или иной стандартной плоскости в рабочем поле появляется линия зеленого цвета. Чтобы начертить в выбранной плоскости *Эскиз* необходимо на Панели управления (или инструментальной панели *Стандартная*) нажать кнопку

**Ориентация**  и из предложенного списка выбрать **Нормально к...** (при этом в центре экрана должен появиться зеленый квадрат). Одновременно с выбором плоскости активизируется кнопка *Эскиз* на *Панели текущего состояния*. При нажатии этой кнопки система переходит в режим плоской графики. При завершении построения эскиза и возвращении в режим моделирования эту кнопку следует отключить.

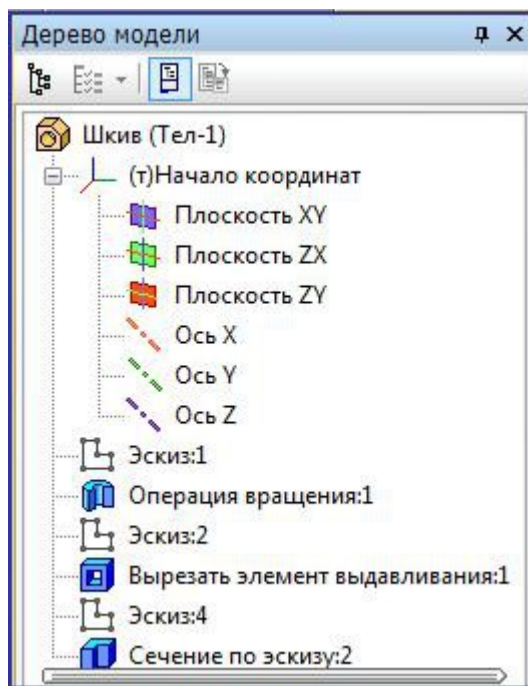




Рис.3.8. Окно «Дерево построения»

## Лабораторная работа № 7. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ОПЕРАЦИЯМИ ВЫДАВЛИВАНИЯ

**Цель работы:** Изучение приемов формирования твердотельной модели детали с использованием группы операций «Выдавливание».

Формообразование модели операциями **Выдавливание**  и **Вырезать выдавливанием**  заключается в перемещении плоского контура (образующей линии поверхности) в направлении, перпендикулярном плоскости этого контура.

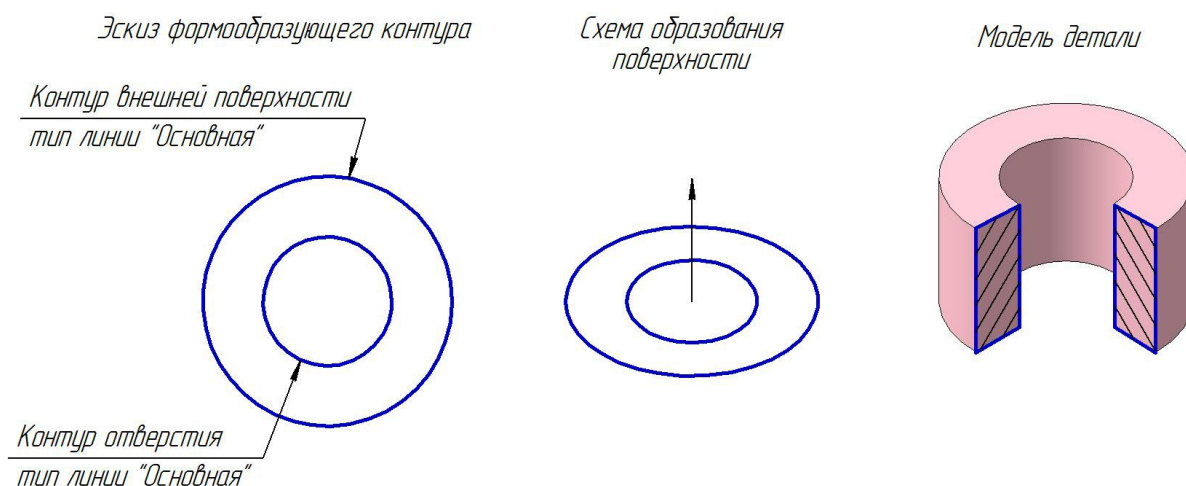


Рис. 3.9. Образование поверхности операцией «Выдавливание»

Для выполнения операции «Выдавливание» необходимо выбрать плоскость, в которой будет находиться основание (контур) строящегося элемента детали. В этой плоскости средствами модуля двумерной графики строится эскиз контура.

Требования, предъявляемые к эскизу при выполнении операции «Выдавливание»:

- контур эскиза чертится «Основной» линией;
- в одном эскизе может присутствовать один (построение внешней или внутренней поверхности) или несколько (одновременное построение

внешней и внутренней поверхностей) контуров;

- если контур один, он может быть замкнутым или незамкнутым (построение модели незамкнутой оболочки);
- если контуров несколько, то все они должны быть замкнутыми;
- если контуров несколько, то один из них должен быть внешним, а остальные вложены в него (допускается только один уровень вложения контуров);
- не допускается пересечение контуров.

Содержание *Строки параметров*:

На вкладке «*Параметры*» находятся кнопки:

- **Направление выдавливания** (прямое, обратное, два направления, средняя плоскость);
- **На расстояние** (на расстояние, до поверхности, через все и т.д.);
- поле **Расстояние**, в которое вводится числовое значение расстояния выдавливания от плоскости эскиза;
- кнопки **Уклон** (левой задается расширение модели по мере удаления от плоскости эскиза, правой – сужение).

На вкладке «*Тонкая стенка*» расположены кнопки **Тип построения тонкой стенки** – *нет* (используется при создании монолитной модели), остальные варианты используются при создании оболочки (в этом случае задается толщина стенки).

На вкладке «*Свойства*» задаются цвет и оптические свойства модели.

**Задание:** Создать трехмерные модели деталей (рис. 3.10 – 3.12) с помощью операций «Выдавливание» и «Вырезать выдавливанием».

**Упражнение 1.** Построение модели детали  
«Геометрическое тело»

**Выполнить:**

- ✓ Создать трехмерную модель детали «Геометрическое тело» (рис. 3.10), руководствуясь рисунками 3.11, 3.12 и пояснениями к ним.

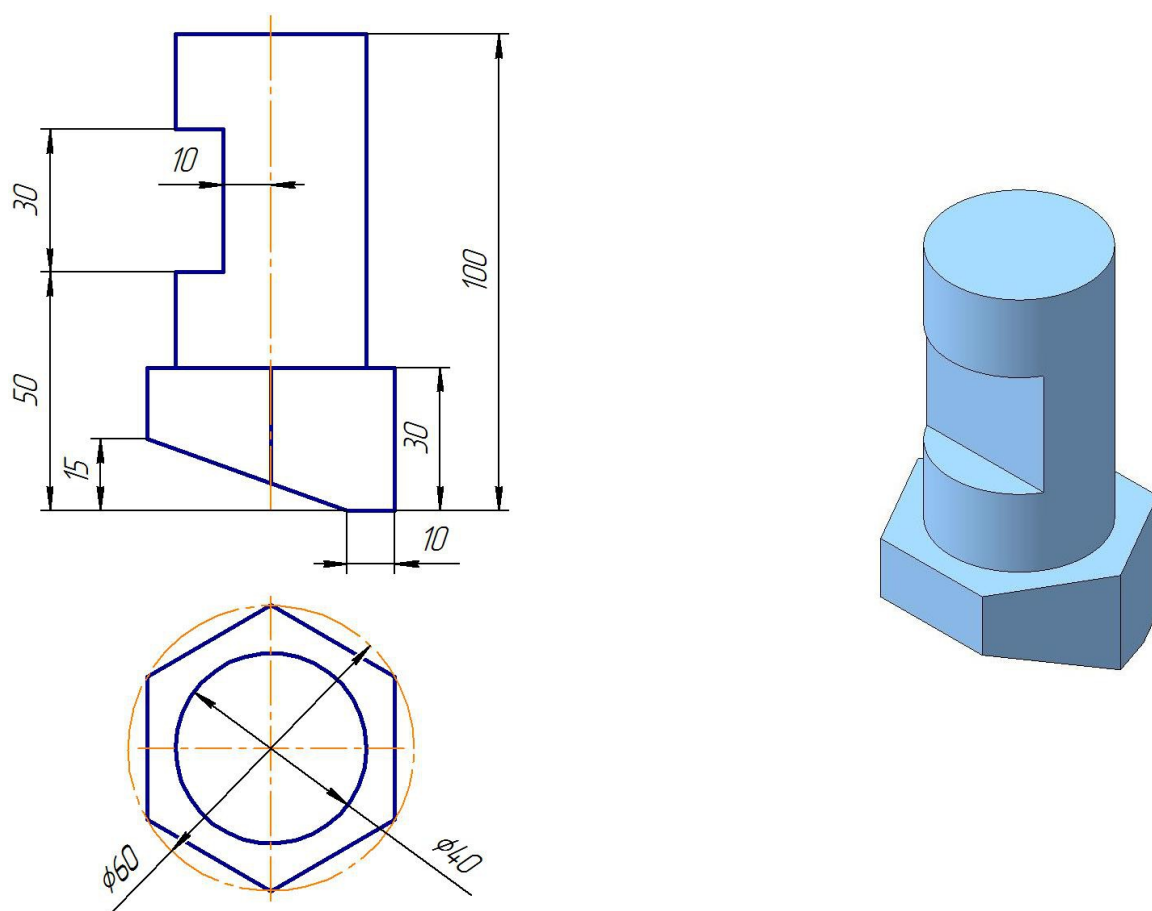




Рис. 3.10. Чертеж и модель детали «Геометрическое тело»

Данную деталь условно можно разделить на две части: шестигранную призму (диаметр описанной окружности 60 мм, высота 30 мм) и цилиндр (диаметр 40 мм, высота 70 мм).


Основанием детали выберем призму. Она должна быть проецирующей на виде сверху, поэтому в качестве плоскости эскиза контура следует вы-


брать плоскость **ZX**.

1. Создайте новый документ типа «Деталь»  и сохраните его под именем «Геометрическое тело».
2. В верхней строке *Дерева построений* присвойте проектируемой детали собственное имя.
3. Постройте контур основания детали, для этого:

- ➔ На *Панели управления* выберите ориентацию  **Изометрия XYZ**
- ➔ В «*Дереве построений*» укажите щелчком ЛКМ плоскость **ZX** (вид сверху). При этом выбранная плоскость должна отобразиться на экране зеленым цветом.

**Примечание:** Плоскость также можно указывать непосредственно на рабочем поле. Для этого необходимо подвести курсор к ее изображению. Щелчок ЛКМ необходимо произво-

дить только после того, как курсор изменит свое изображение , а контур самой плоскости будет отображаться штриховой линией.

- ➔ Включите команду построения **Эскиза**  на Инструментальной панели *Текущее состояние*.

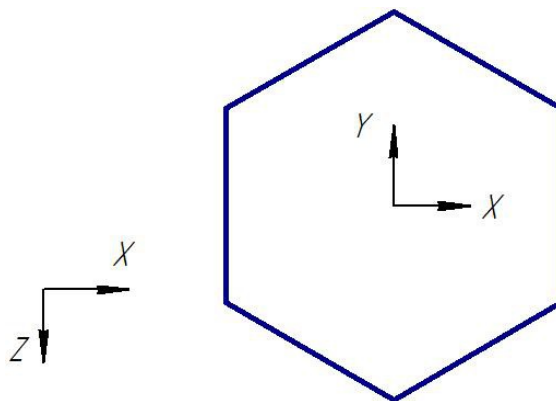





Рис. 3.11. Эскиз основания призматического основания детали



- ➔ Щелчком на кнопке **Геометрия**  Инструментальной панели активизируйте соответствующую страницу этой панели и постройте в начале координат шестиугольник. В *Строке параметров* выберите тип по-

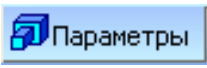






строения шестигранника **По описанной окружности** , количество вершин 6 и введите значение **диаметра 60 мм**, тип линии «Основная».

➔ Закрыв эскиз щелчком на клавише , перейдите в режим трехмерного моделирования.

#### 4. Постройте модель призмы:


➔ Щелчком на кнопке **Редактирования детали**  включите соответствующую страницу этой панели и выберите на ней команду **Операция выдавливания** .

➔ На *Панели свойств* на вкладке «*Параметры*»  укажите **прямое**  направление выдавливания (вверх), глубина выдавливания – **на расстояние** , в поле Расстояние введите значение 30;

➔ На вкладке «*Тонкая стенка*»  укажите тип построения тонкой стенки – **Нет** .




➔ Создайте объект .


#### 5. Постройте на призматическом основании детали цилиндрическую поверхность. Для этого:

➔ Выберите в качестве плоскости для построения **Эскиза** верхнее основание призмы, щелкнув на ней ЛКМ, перед этим курсор должен поменять свое изображение , а контур основания отобразится штриховой линией. Выбранная плоскость при этом станет зеленого цвета.

➔ Перейдите в режим построения **Эскиза** с помощью кнопки .

➔ Начертите контур для формирования цилиндрической поверхности (окружность  $\varnothing 40$  мм) с центром в начале координат.

- ➔ Отключите построение эскиза .
- ➔ Включите кнопку операции **Выдавливание** . На *Панели параметров* в поле **Расстояние** укажите высоту цилиндра 70 мм и создайте объект .

6. Смоделируйте вырез на цилиндрической поверхности с помощью операции **Вырезать выдавливанием**  (вид спереди):

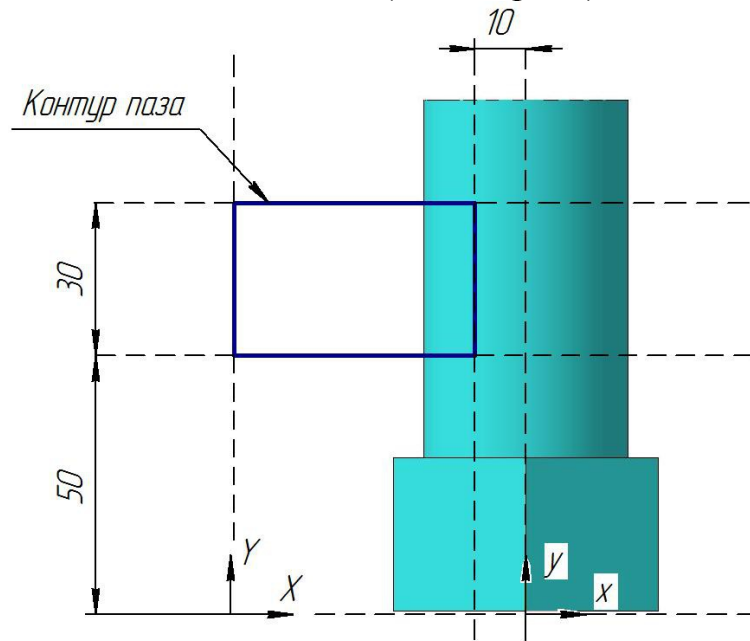











Рис. 3.12. Эскиз выреза цилиндра



- ➔ Включите **Ориентацию**  **Спереди** и в *Дереве построений* укажите плоскость XY.
- ➔ Включите команду построения **Эскиза** .
- ➔ На странице *Геометрия*  постройте с помощью вспомогательных прямых и команды **Прямоугольник**  контур выреза (рис.3.12).
- ➔ Закройте **Эскиз** .
- ➔ Выберите **Ориентацию**  **Изометрия XYZ**.






➔ Включите команду **Вырезать выдавливанием**  и в *Строке параметров* выберите  Два направления,  Через все (указать для двух направлений).


➔ Создайте объект .

Срез основания детали можно построить двумя способами. Первый аналогичен построению паза на цилиндре, второй – срез дополнительной плоскостью. При втором способе, прежде всего, необходимо построить геометрические элементы, задающие плоскость, например, точку и прямую.


7. Постройте точку, расположенную на левой грани призмы и отстоящей от ее нижнего основания на 15 мм:

➔ Включите операцию построения **Точки**  на странице **Пространственные кривые** .



➔ В *Строке параметров* укажите **способ** построения точки - **на поверхности**  . В качестве поверхности, на которой следует построить точку, укажите<sup>14</sup> плоскость левой грани призмы (она отобразится красным цветом). Включите смещение – **по расстоянию от плоских объектов**  . Далее выберите два плоских объекта для задания расстояния от них до точки: в качестве первого объекта укажите ребро левой грани (при указании этого объекта курсор должен изменить свое изображение ) , в качестве второго – плоскость основания. В областях **расстояние** до первого объекта введите – 0, до второго – 15мм.


➔ Создайте объект .


8. Постройте отрезок, расположенный в основании призмы и отстоящий от

<sup>14</sup> Для удобства выделения грани следует развернуть изображение модели детали с помощью команды **Поворот** , расположенной на панели **Вид**.


ее левой грани на 10 мм:

→ Включите команду построения **Параллельной плоскости** , расположенную на странице **Вспомогательная геометрия** . В качестве базовой укажите плоскость правой грани призмы.


→ В *Строке параметров* в поле **расстояние** введите значение 10мм, направление **обратное** .

→ Создайте объект , завершите команду построения .



→ В *Дереве построений* укажите только что созданную плоскость.



→ Перейдите в режим построения эскиза .


→ Постройте отрезок произвольной длины, проходящий через начало координат так, чтобы он находился в плоскости основания (совпадал с осью **OZ**).

→ Перейдите в модуль построения моделей .

9. Постройте дополнительную секущую плоскость:

→ На странице **Вспомогательная геометрия**  включите команду построения **Плоскости через ребро и вершину** .

→ По очереди укажите курсором на точку (изображение курсора ) и отрезок (изображение курсора ). Система построит фантом плоскости.

→ Завершите команду построения .

→ В *Дереве построений* переименуйте вновь построенную плоскость в «Плоскость среза».

10. Выполните срез поверхности основания детали:

→ Выберите **Ориентацию**  **Изометрия XYZ**.

➔ На странице **Редактирование**  включите операцию **Сечение по-  
верхностью** .

➔ В Дереве построений укажите «Плоскость среза».

➔ В Строке параметров выберите направление отсечения **прямое**



➔ Создайте объект .

11. Сохраните модель.

## Упражнение 2. Построение модели детали «Корпус»

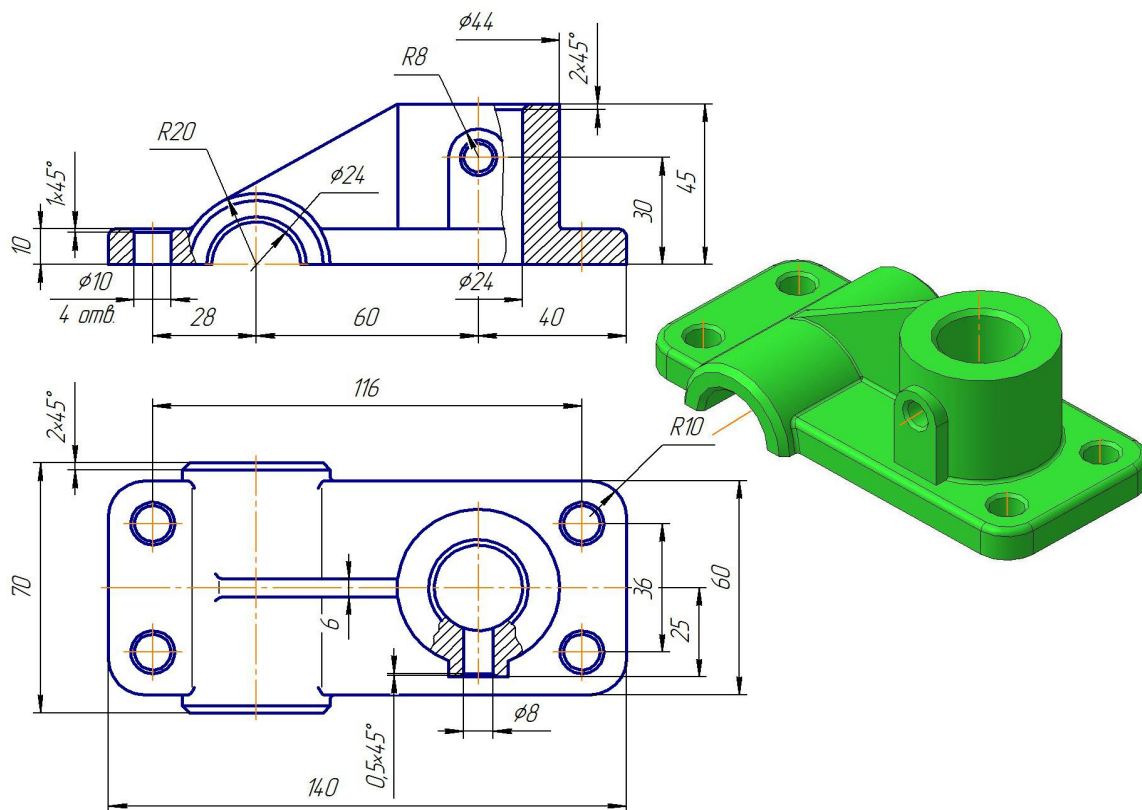


Рис.3.13. Чертеж и модель детали «Корпус»


**Выполнить:**

- ✓ Проанализировать состав поверхности детали «Корпус» (рис. 3.13).
- ✓ Выбрать ориентацию детали в пространстве.
- ✓ Проанализировать последовательность и состав операций формирования внешней и внутренней поверхности детали.

- ✓ Создать трехмерную модель детали «Корпус» (рис. 13), руководствуясь рисунками 14 – 19.

**Примечание:** Прежде, чем приступить к моделированию поверхности детали необходимо выбрать ориентацию ее в пространстве, но и расположение начала координат. В данном случае эскиз плиты основания должен располагаться в плоскости **ZX**, а для упрощения вспомогательных построений начало координат целесообразней разместить так, чтобы через него проходила ось вертикального цилиндра.

1. Создайте новый документ типа «Деталь» и сохраните его под именем «Корпус».
2. Постройте внешнюю поверхность детали операцией с помощью команды

**Операция выдавливания**  (последовательность построений приведена на рис. 3.14 – 3.17).

*Контуры для формирования основания детали*

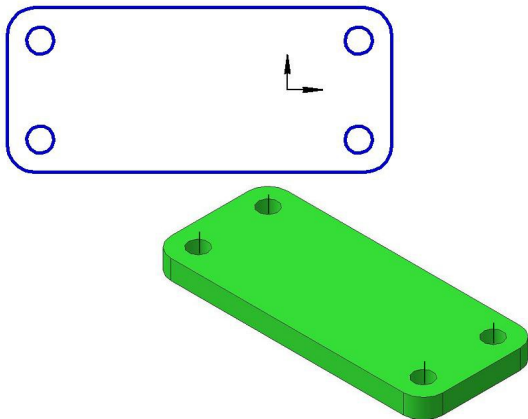


Рис. 3.14

*Контуры для формирования поверхности горизонтального цилиндра:*

*а) внешней поверхности      б) отверстия*

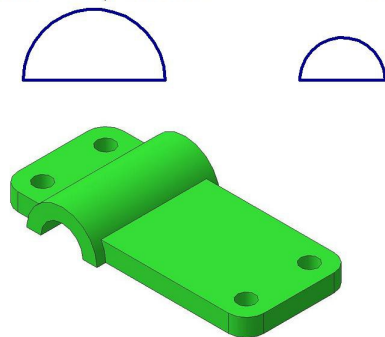


Рис. 3.15

*Контур для формирования внешней поверхности вертикального цилиндра*

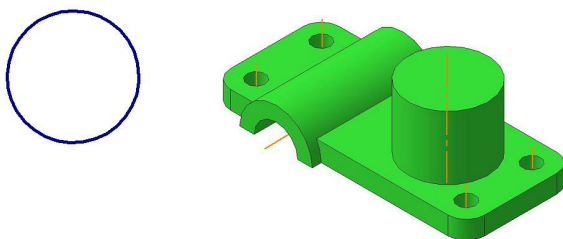


Рис. 3.16

*Формообразующий контур фланцевой части*

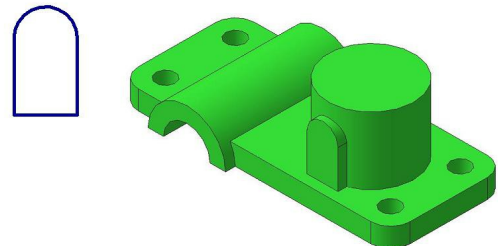


Рис. 3.17

3. Постройте отверстия с помощью команды **Вырезать выдавливанием**

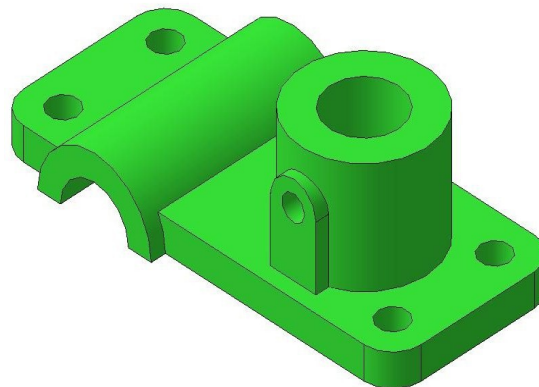


Рис. 3.18

4. Постройте ребро жесткости:

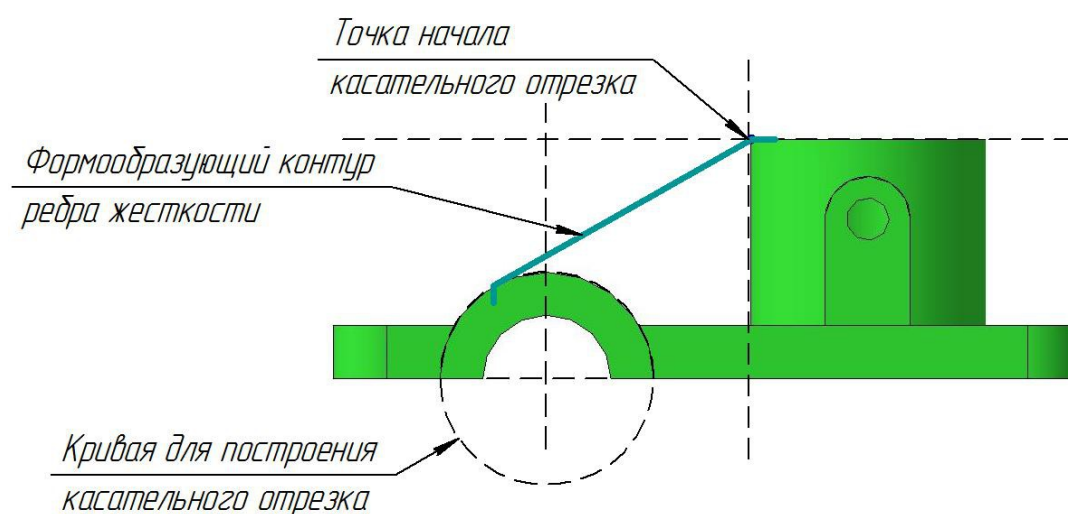



Рис. 3.19. Построение контура ребра жесткости

- ➔ Выберите в *Дереве построений* плоскость **XУ** и начертите в ней эскиз контура ребра жесткости (рис. 3.19).


- ➔ На странице **Редактирование**  включите операцию **Ребро жесткости**





- ➔ В *Строке параметров* на вкладке «Толщина» включите тип построения тонкой стенки **Средняя плоскость**  **Средняя плоскость**, введите значение толщины стенки 6 мм.

- ➔ На вкладке «Параметры» стрелками подберите нужное направление построения.




➔ Создайте объект .

5. Постройте фаски на внешней кромке горизонтального цилиндра и в отверстиях:

➔ Щелкните на кнопке **Скругление**  и, удерживая ее, выберите пиктограмму **Фаска** .

➔ На *Панели свойств* в поле **Длина** введите заданное значение фаски и нажмите клавишу «*Enter*», выберите **Построение по стороне и углу**.

➔ Укажите щелчком кромки отверстий детали, подводя к ним курсор, при этом окружность должна высветиться, а курсор поменять свое изображение .

➔ Завершите создание фасок командой **Создать объект** .

6. Аналогично постройте скругление кромок детали радиусом 2 мм.



7. Сохраните построенную модель.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Модель детали «Корпус» будет использоваться в лабораторной работе «Создание ассоциативных чертежей».

## Лабораторная работа №8. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ОПЕРАЦИЯМИ ВРАЩЕНИЯ

**Цель работы:** Изучение приемов работы по формированию твердотельной модели с помощью группы операций «Вращение».

Формообразование модели группой операций **Вращения** (**Приклеить вращением** , **Вырезать вращением** ) заключается в перемещении плоского контура (образующей линии поверхности) вокруг заданной оси.

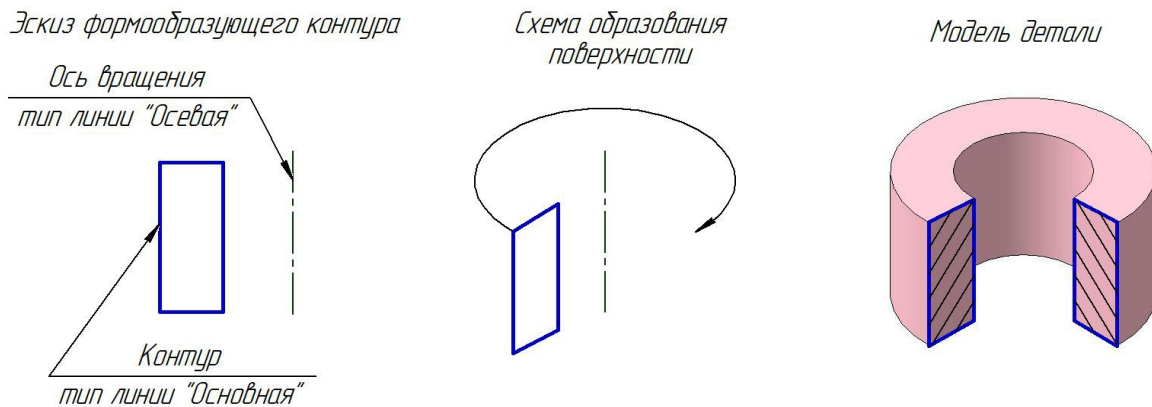


Рис. 3.20. Образование поверхности операциями «Вращение»

При построении эскиза необходимо учитывать следующее:

- в одном эскизе может присутствовать один или несколько формообразующих контуров;
- если контур один, он может быть как замкнутым, так и незамкнутым, если контуров несколько, все они должны быть замкнутыми;
- все контуры должны быть охвачены одним внешним (внешний контур формирует внешнюю поверхность, вложенные в него контуры – отверстия);
- контуры не должны пересекаться или накладываться друг на друга;
- на эскизе обязательно должна присутствовать ось вращения;
- контур не должен пересекать ось вращения, может только на ней заканчиваться;

- формообразующий контур строится линией стиля «Основная», ось вращения – линией стиля «Осевая».

**Задание:** Создать трехмерные модели деталей (рис. 3.21, 3.24) с помощью операции «Вращение» и «Вырезать вращением».

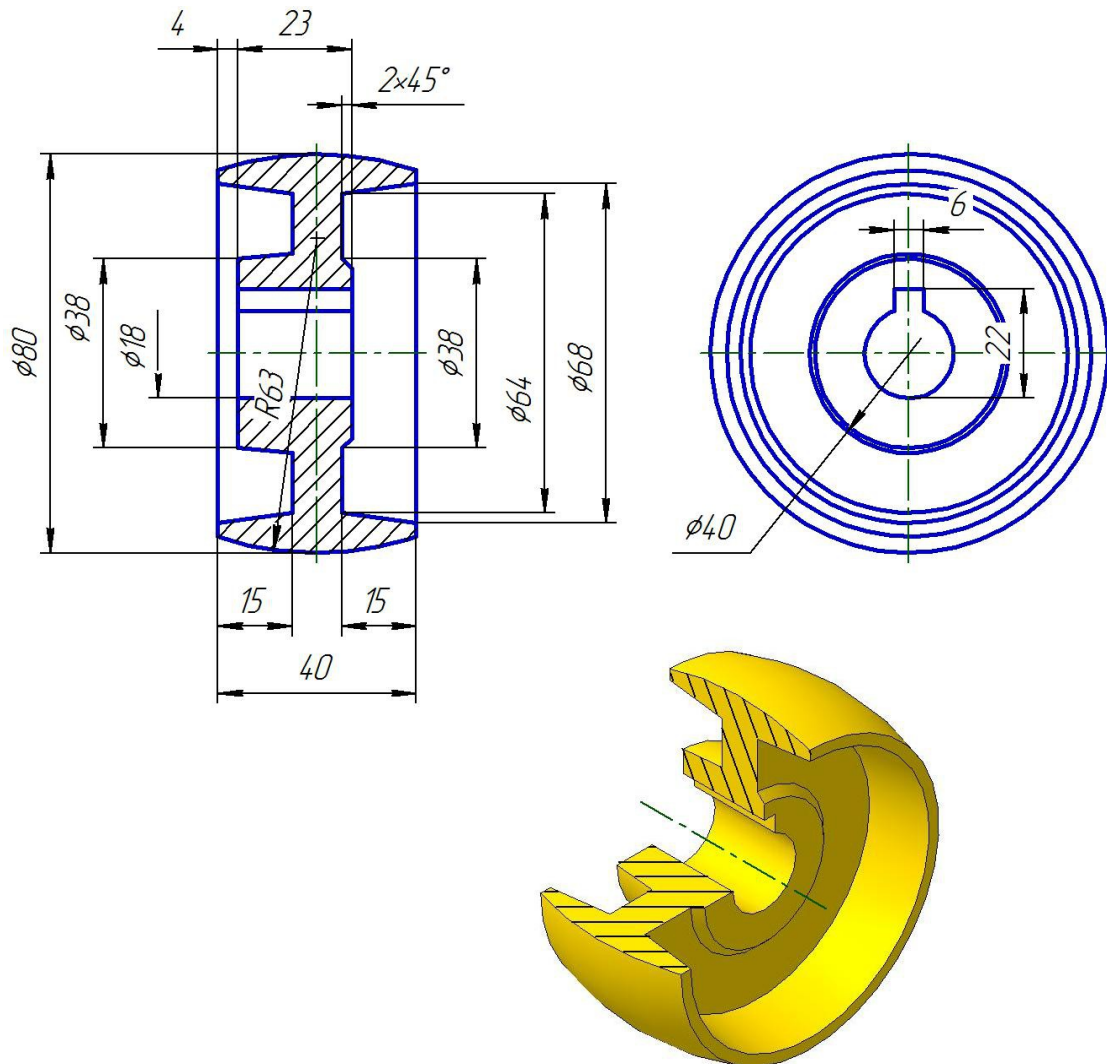



Рис. 3.21. Чертеж и модель детали «Шкив»

**Выполнить:**

- ✓ Создать трехмерную модель детали «Шкив» (рис. 3.21), руководствуясь рисунками 22, 23 и описаниями к ним.
- ✓ Построить четвертной вырез детали.
- ✓ Построить трехмерную модель внешней поверхности детали (рис.

3.24), используя операцию «**Выдавливание**». Самостоятельно рассмотреть принципы создания внутренней поверхности этой детали операцией «**Вырезать вращением**».

### **Упражнение 1.** Построение пространственной модели детали «Шкив»

1. Запустите систему КОМПАС-3D.
2. Создайте новый документ типа «Деталь»  и сохраните его под именем «Шкив 3D».
3. Самостоятельно выберите ориентацию детали в пространстве таким образом, чтобы ее ось располагалась горизонтально, параллельно фронтальной плоскости проекций.
4. Постройте эскиз контура детали в выбранной плоскости (рис.3.22).

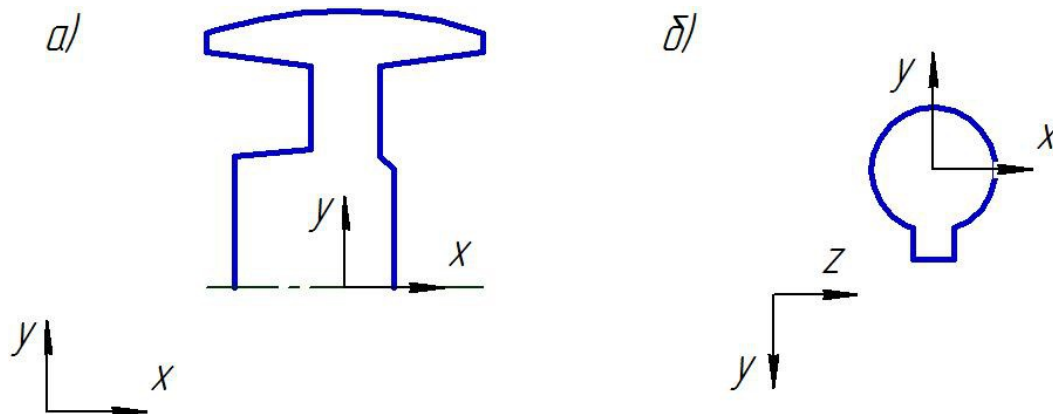








Рис. 3.22. Формообразующие контуры внешней (а) и внутренней (б) поверхностей детали




- ➔ В *Дереве построений* укажите плоскость для построения образующей поверхности вращения.
- ➔ Перейдите в режим построения **Эскиза** .
- ➔ Постройте контур с помощью команд *Инструментальной панели Геометрия*  (см. размеры на рис. 3.21).
- ➔ Постройте ось вращения (тип линии «Осевая»



- Завершите построение эскиза  и перейдите в режим трехмерного моделирования.


5. Постройте модель внешней поверхности детали вращением контура вокруг оси:

- На панели **Редактирование детали**  на вкладке **Операции выдавливания**  выберите команду **Вращение** .

- В *Строке параметров* включите кнопку **Сфероид** , на вкладке *Тонкая стенка*  выберите кнопку **Нет** .

- Создайте объект .

6. Начертите эскиз формообразующего контура для построения отверстия:

- Укажите щелчком ЛКМ в качестве базовой торцевую плоскость ступицы шкива, курсор при этом должен изменить свое изображение .


- Перейдите в режим построения **Эскиза** .

- Постройте контур отверстия (рис. 22 «б»).


- Перейдите в режим построения модели .

7. Постройте отверстие под вал со шпоночным пазом:


- Включите команду **Выдавливание** .

- В *Строке параметров* выберите прямое направление выдавливания , способ построения – до ближайшей поверхности



- Создайте объект .

8. Выполните четвертной разрез детали:

- ➔ Выберите плоскость для построения эскиза **YZ** и перейдите в режим плоской графики .
- ➔ Постройте следы секущих плоскостей (рис. 3.22)

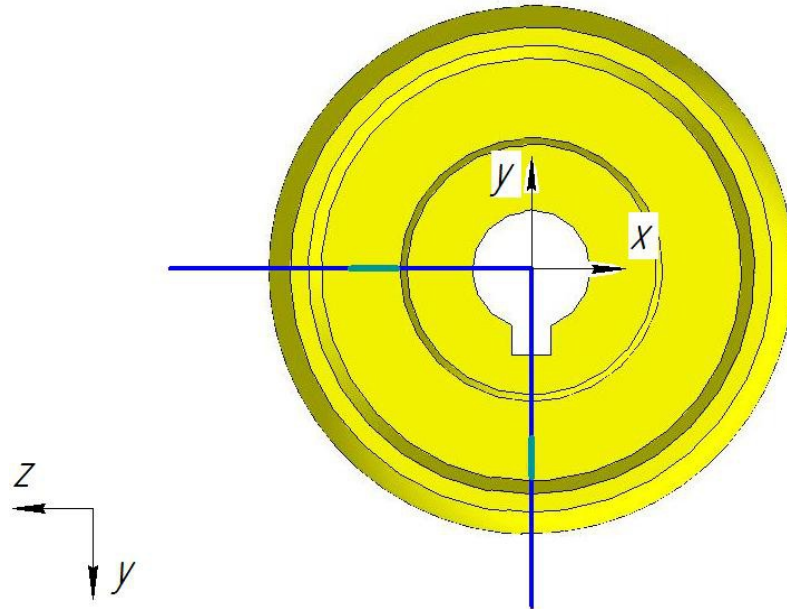






Рис. 3.23. Выполнение четвертного выреза детали

- ➔ Перейдите в режим построения модели .
- ➔ Включите операцию **Сечение по эскизу** , в *Строке параметров* выберите обратное направление отсечения **Обратное**  и **Создайте объект** .

9. Сохраните модель .<sup>16</sup>

В дальнейшем можно не отображать на экране четвертной вырез, выделив в *Дереве построения* ПКМ название операции и из списка выбрав команду **Исключить из расчета**.

<sup>16</sup> Модель детали «Шкив» будет использоваться в лабораторной работе «Создание ассоциативных чертежей».

**Упражнение 2.** Построение пространственной модели детали с использованием операции «Вырезать вращением»

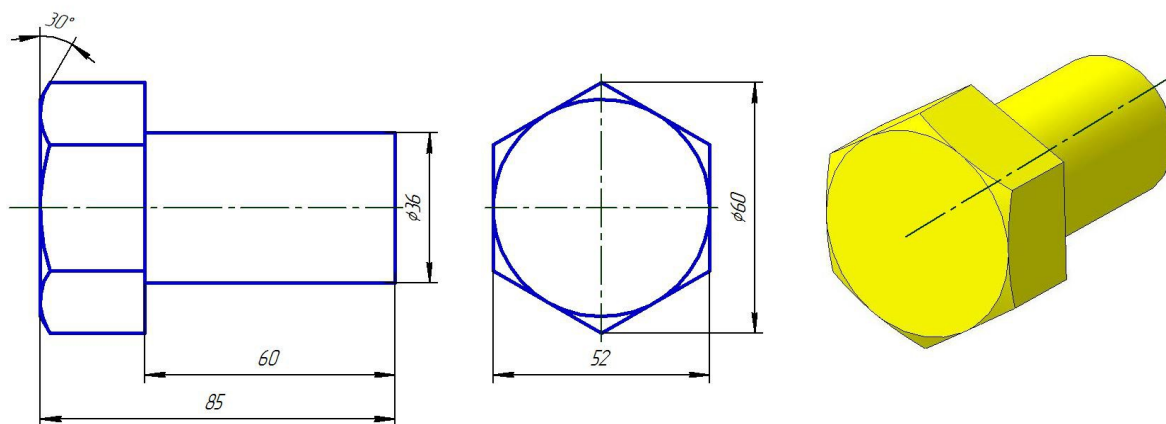


Рис. 3.24. Чертеж и модель заготовки детали «Пробка»

1. Постройте основу детали – шестигранную призму операцией **Выдавливани**е, выбрав в качестве плоскости эскиза плоскость **YZ**.
2. Сформируйте цилиндрическую часть детали и фаску операцией **Вырезать вращением**.

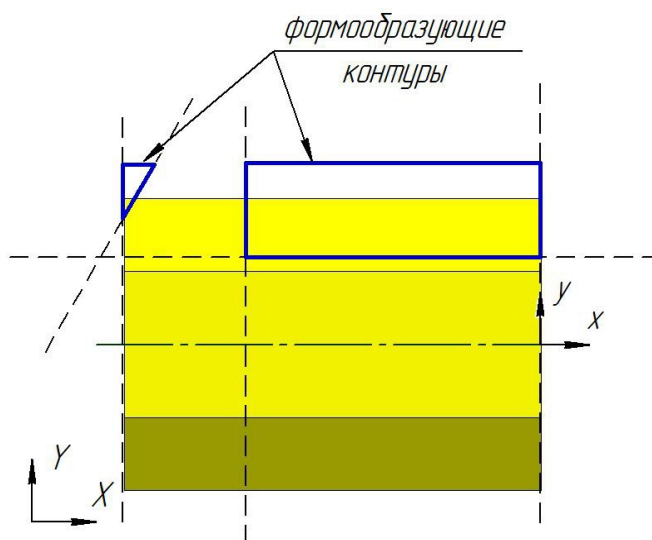





Рис. 3.25. Выполнение четвертного выреза детали

3. Сохраните модель под именем «Пробка».



### Упражнение 3. Построение пространственной модели детали с использованием операции «Вырезать вращением»

Самостоятельно постройте модель детали «Крышка»<sup>17</sup>. Внешнюю поверхность и периферийные отверстия можно строить с помощью операции **Выдавливание**, для построения формообразующих контуров можно воспользоваться ранее построенным чертежом детали «Фланец», копируя необходимые элементы в эскиз чрез буфер обмена , . Поверхность центрального отверстия необходимо построить с помощью операции **Вырезать вращением** . Незамкнутый формообразующий контур отверстия показан на рис. 3.26.

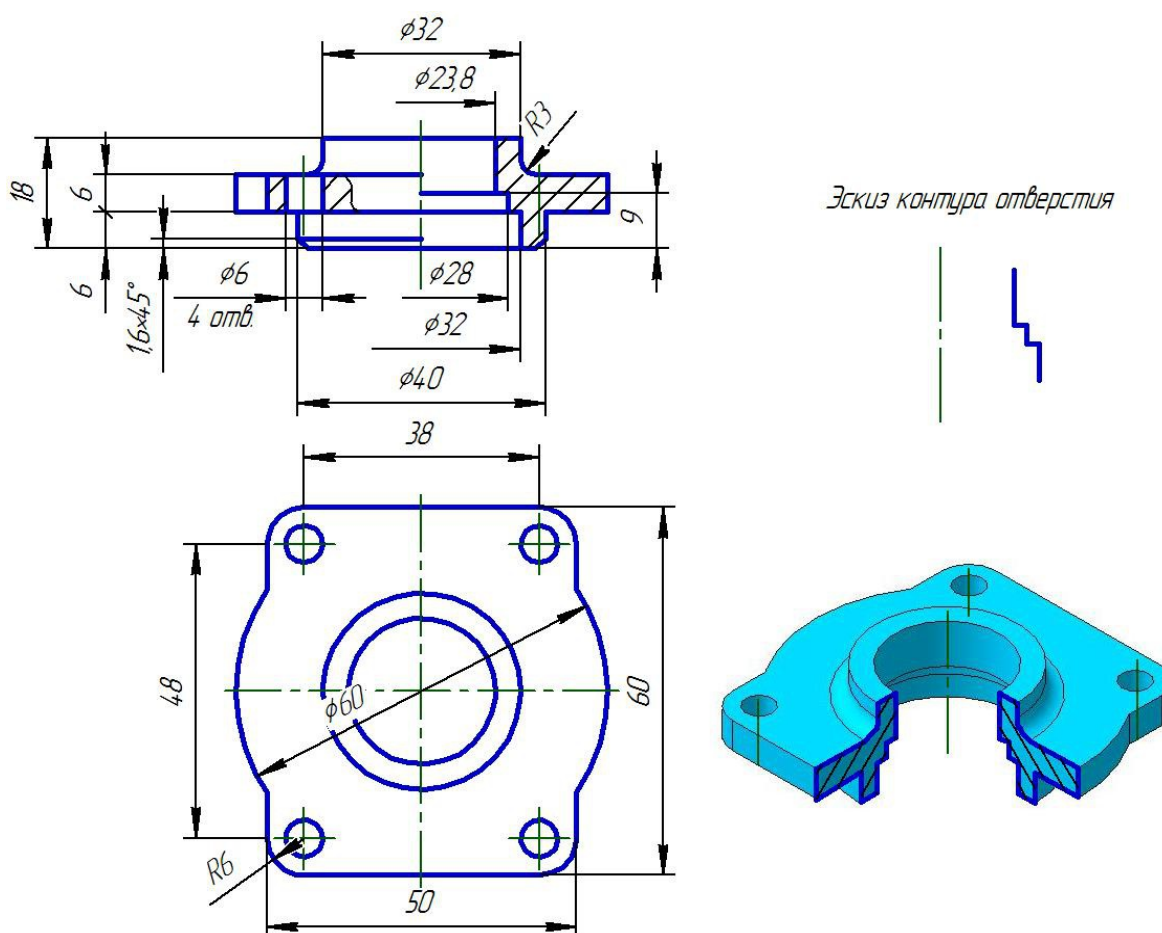


Рис. 3.26. Чертеж и модель детали «Крышка»

<sup>17</sup> Построенную модель детали необходимо сохранить, т.к. она будет использоваться в лабораторной работе «Построение моделей кинематическими операциями».

## Лабораторная работа №9. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ ОПЕРАЦИЯМИ

**Цель работы:** Изучение приемов работы по формированию твердотельной модели с помощью группы «Кинематических операций».





Построение модели группой **Кинематических операций** (**Приклеить кинематически** , **Вырезать кинематически** ) заключается в перемещении плоского формообразующего контура – **сечения**  по пространственной линии – **траектории** .



Рис. 3.27. Образование поверхности «Кинематической операцией»

При построении эскиза необходимо учитывать следующее:

- Должно быть построено два (или более) эскиза (для сечения и траектории движения сечения), при чем эскизы сечения и траектории должны располагаться в плоскостях непараллельных друг другу.
- Стилль линии эскиза траектории и сечения – **Основная**.
- Контур сечения может быть замкнутым (для построения оболочки или сплошного тела) или незамкнутым (для построения оболочки).
- Если траектория незамкнутая, то плоскость сечения должна пересекать ее в начальной или конечной точке.
- Траектория и сечение могут состоять из прямолинейных и криволинейных участков. Не допускаются разрывы и наложения, точка начала каждого последующего участка должна совпадать с конечной точкой

предыдущего.

**Задание:** Создать трехмерные модели деталей (рис. 28-33) с помощью операции «**Приклеить кинематически**» и «**Вырезать кинематически**».

### **Упражнение 1.** Построение модели цилиндрической пружины сжатия

- ✓ Изучить принципы построения поверхностей деталей с помощью «Кинематической операции»
- ✓ Создать трехмерную модель детали «*Пружина сжатия*» (рис. 3.28), руководствуясь рисунком 3.29 и пояснениями к нему.
- ✓ Отредактировать модель пружины, выполнив опорные витки.

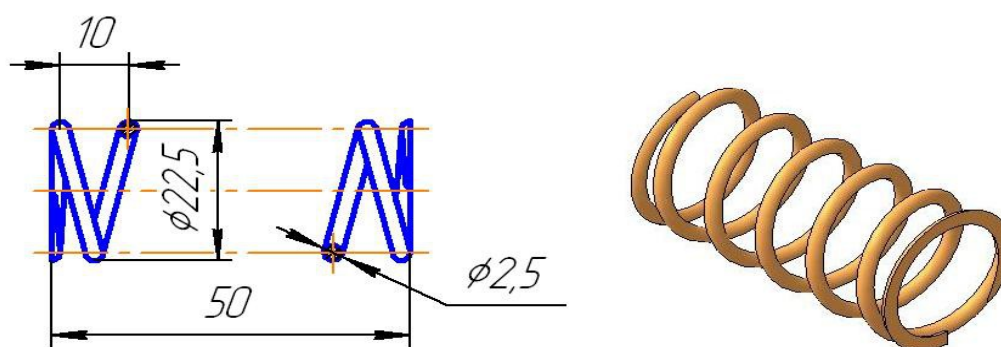






Рис.3.28. Чертеж и модель детали «*Пружина сжатия*»

1. Создайте новый документ типа «Деталь»  и сохраните его под именем «*Пружина*».
  2. В *Дереве построений* выберите плоскость **ZY** (вид слева).
  3. Постройте направляющую (траекторию движения) для моделирования пружины.
- ➔ Включите страницу **Пространственные кривые**  и выберите на ней команду **Спираль цилиндрическая** .
- ➔ В *Строке параметров* укажите **Число витков** 5, **Шаг** 10. На вкладке **Диаметр** – значение 22,5 мм и выберите кнопку **По размеру** (построе-

ние модели по наружному диаметру).

→ Создайте объект 

4. Выполните имитацию опорных витков, добавив к спирали по 3/4 окружности с каждой стороны. Для этого создайте вспомогательные плоскости, в которых они будут находиться (рис. 3.29).

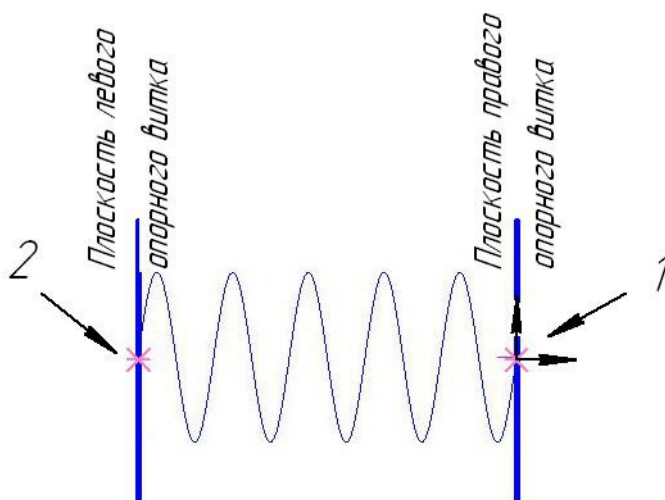





Рис. 3.29. Построение опорных витков пружины



→ Включите страницу **Вспомогательная геометрия**  и выберите на ней команду построения **Плоскости через вершину, параллельно другой плоскости** .


→ В *Дереве построений* укажите плоскость **ZY**, подведите курсор к точке начала спирали (точка 1) и, когда он поменяет свое изображение , щелкните на ней.

→ Завершите команду построения , .

→ В *Дереве построений* измените название вновь построенной плоскости на «Плоскость правого опорного витка».

→ Аналогично постройте плоскость левого опорного витка.

→ В *Дереве построений* выберите правую плоскость и включите построение **Эскиза**  и выберите ориентацию  **Изометрия XYZ**.

- ➔ Постройте окружность с центром в начале координат, проходящую через точку 1.
- ➔ Удалите четверть дуги окружности и закройте Эскиз  (рис. 3.30).

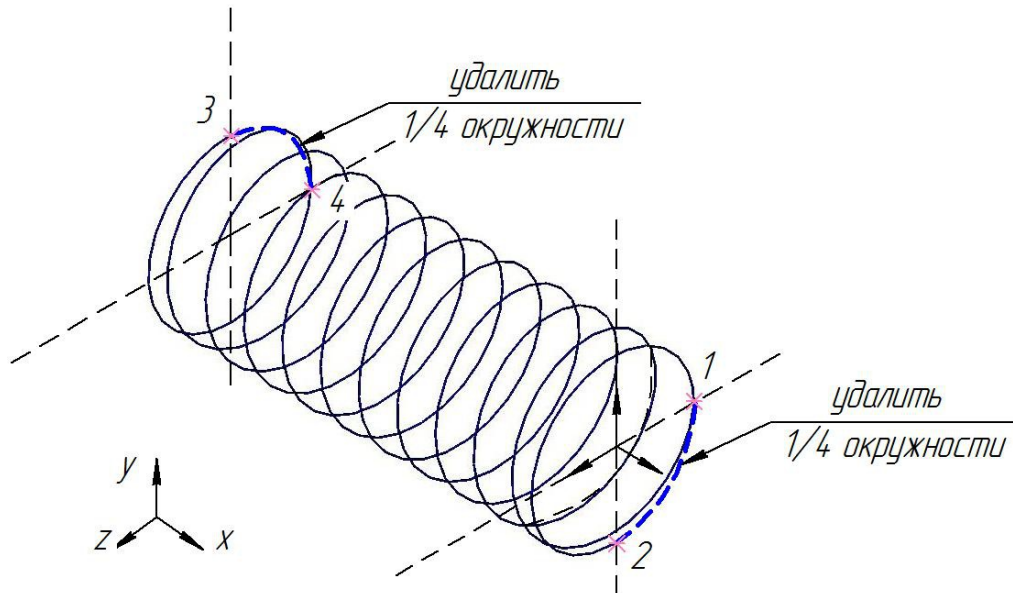







Рис. 3.30. Редактирование опорных витков пружины

- ➔ Аналогично постройте дугу в левой плоскости.
5. Постройте эскиз контура сечения (окружность диаметром 2,5 мм).
- ➔ Включит команду построения **Плоскости через вершину, параллельно другой плоскости** .
  - ➔ В *Дереве построений* укажите плоскость **XУ**, подведите курсор к точке начала или конца траектории и после того, как он изменит свое изображение (  ), щелкните на ней. Затем прервите построений клавишей «Esc».
  - ➔ В *Дереве построений* измените название плоскости на «Плоскость сечения витка».
  - ➔ Включите кнопку **Эскиз** и начертите окружность диаметром 2,5 мм с центром в новой точке. После чего закройте **Эскиз** .
6. Постройте поверхность спирали:


➔ На странице *Редактирование*  включите команду **Кинематическая операция** .

➔ В *Строке параметров* находятся кнопки **Сечение** и **Траектория** (последний созданный эскиз система определила как сечение). В качестве траектории укажите три участка спирали (можно указать щелчком по ним непосредственно на экране или в *Дереве построений*).

➔ Завершите операцию .

7. Срежьте на опорных витках плоские участки.

➔ В *Дереве построений* выберите «Плоскость правого витка».

➔ На инструментальной панели включите команду **Сечение поверхностью** .

➔ В *Строке параметров* выберите направление сечения таким образом, чтобы фантом стрелки направления сечения был направлен от спирали.


➔ Завершите создание объекта .

➔ Повторите операции для левого витка.

8. Сохраните деталь.

## **Упражнение 2.** Построение модели внешней метрической резьбы

✓ Построить модель наружной метрической резьбы  $M36 \times 3$  длиной 42мм (рис. 3.31) с помощью операции «**Вырезать кинематически**».

4. Создайте новый документ типа «Деталь»  и сохраните его под именем «Резьба наружная».

5. Постройте цилиндрическую заготовку детали  $\varnothing 36 \times 60$ :

➔ На *Панели управления* выберите ориентацию  **Изометрия XYZ**.

➔ В *Дереве построений* укажите плоскость **ZY** (вид слева).

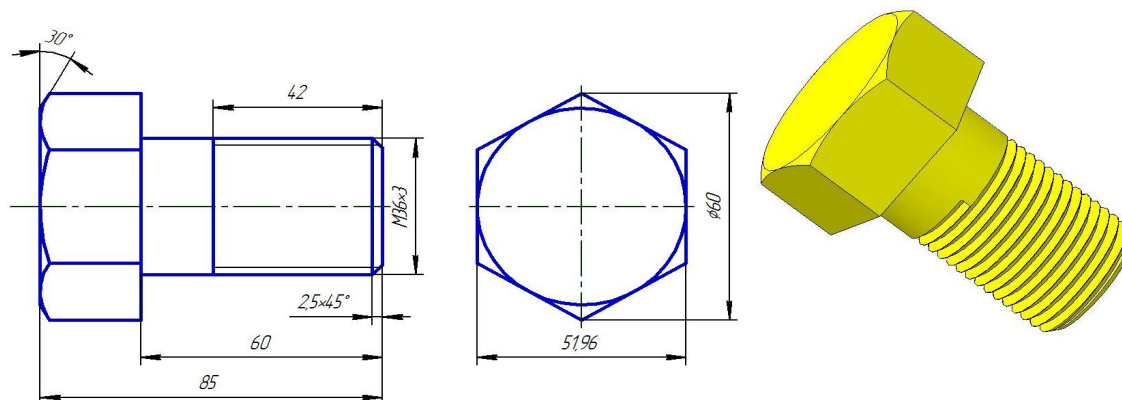

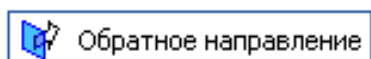



Рис. 3.31. Чертеж и модель детали с внешней резьбой

➔ Включите построение **Эскиза**  и начертите окружность  $\varnothing 36$  с центром в начале координат. Закройте **Эскиз** .

➔ Операцией **Выдавливание**  постройте цилиндр, задав в *Строке параметров*: расстояние выдавливания - 60мм, направление -

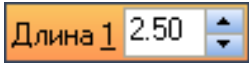




➔ Создайте объект .

6. На переднем торце цилиндра, расположенном в плоскости **ZY**, постройте фаску  $2,5 \times 45^\circ$ :

➔ Включите команду построения **Фаски** .

➔ В *Строке параметров* задайте построение по стороне и углу , задан-



ную длину  Длина 1 2.50  Угол 45.0 .



➔ Подведите курсор к ребру основания, расположенного в плоскости **ZY**, и после того, как он поменяет свое изображение , щелкните ЛКМ.


➔ Создайте объект  и прервите команду построения .

7. Создайте вспомогательную плоскость начала траектории (винтовой линии), удаленную от торца цилиндра на расстояние шага резьбы:



→ В списке **ориентация**  выберите отображение **Вид спереди**  Спереди.

→ В *Дереве построений* укажите плоскость **ZY**, а на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия**  команду построения **Смещенной плоскости** .



→ В *Строке параметров* укажите **расстояние** 3, направление смещения **прямое**  Прямое направление.


→ Создайте объект  и прервите команду построения .

→ В *Дереве построений* переименуйте построенную плоскость в *Плоскость начала траектории*.

8. Постройте траекторию винтовой поверхности:

→ В *Дереве построений* укажите «Плоскость начала траектории».

→ На инструментальной панели **Пространственные кривые**  включите команду построения цилиндрической спирали .



→ В *Строке параметров* задайте **число витков** 15, **шаг** 3, направление **обратное** , на вкладке «Диаметр» укажите способ задания диаметра – **по размеру**, значение диаметра – 36,2мм (увеличение диаметра необходимо для притупления вершин выступов резьбовой поверхности).

→ Создайте объект .

9. Создайте вспомогательную плоскость эскиза сечения винтовой поверхности. Она должна проходить через начало траектории перпендикулярно ей.

→ Выберите **ориентацию**  **Сверху**.


→ На инструментальной панели **Вспомогательная геометрия**  вклю-

чите команду построения плоскости **Через вершину, параллельно другой плоскости** . В *Дереве построений* укажите плоскость **XZ**, а затем подведите курсор к началу спирали. После того как он изменит свое изображение , укажите точку ЛКМ.

➔ Прервите команду построения .

➔ Измените название плоскости на «*Плоскость эскиза сечения резьбы*».

10. Постройте эскиз сечения винтовой поверхности:

➔ В *Дереве построений* выберите «*Плоскость сечения резьбы*» и включите построение **Эскиза** .

➔ Постройте контур сечения – равносторонний треугольник 1-2-3. Точка 1 известна (точка начала спирали), отрезок 1-2 (длина 3 мм, угол -60), отрезок 2-3 (длина 3, угол +60).

➔ Закройте **Эскиз** .

11. Постройте модель резьбовой поверхности кинематической операции

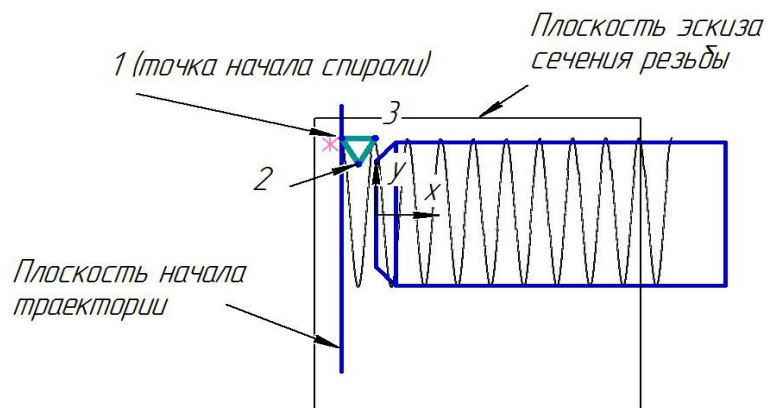




Рис. 3.32. Эскиз контура резьбы

➔ Включите инструментальную панель **Редактирование**  и команду

**Вырезать кинематически** .

➔ В *Строке параметров* в качестве сечения должен быть указан эскиз сечения резьбы

➔ Укажите в качестве траектории винтовую линию.

➔ Создайте объект .

12. Сохраните модель детали с резьбой.

### Упражнение 3. Построение модели детали с внутренней метрической резьбой

- ✓ Самостоятельно построить внутреннюю метрическую резьбу  $M24 \times 1,5$  «Кинематической операцией» (рис.3.33).

1. Откройте файл «Крышка».
2. Аналогично уроку 3 постройте резьбовое отверстие  $M24 \times 1,5$  в детали «Крышка» с применением операции «Вырезать кинематически».
3. Удалите лишний материал в отверстии операцией «Вырезать вращением».
4. Выполните четвертной вырез детали.
5. Сохраните результат.

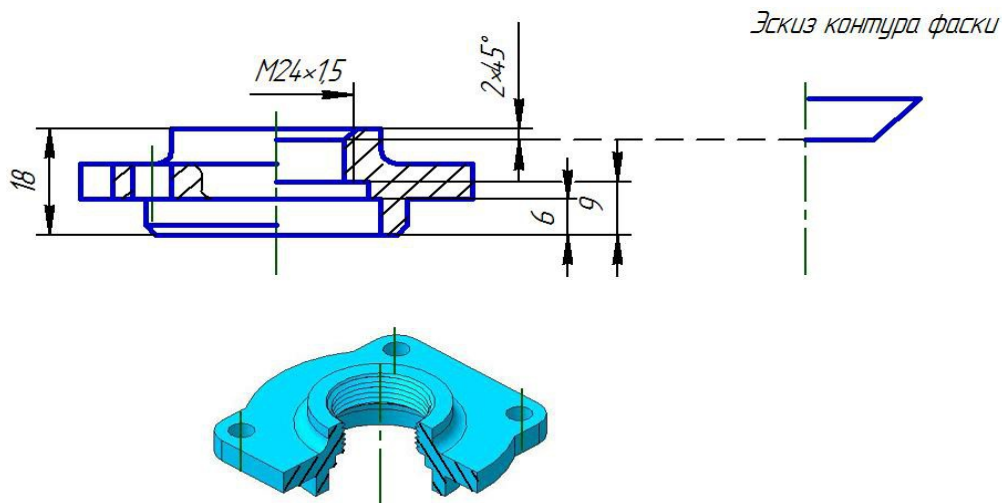



Рис. 3.33. Внутренняя резьба

**Примечание:** КОМПАС – 3D позволяет создать на моделях деталей условное изображе-

ние резьбы. Команда **Условного изображения резьбы**  находится на странице *Эле-*

*менты оформления*  или панели выпадающих меню **Операции – Элементы оформления – Условное изображение резьбы**. Резьбу необходимо изображать условно,

а не как винтовую поверхность, в том случае, когда по модели следует получить ассоциативный ортогональный чертеж.

## **Лабораторная работа №10. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ ВИДОВ**

**Цель работы:** Изучение приемов построения стандартных проекционных изображений из твердотельной модели с помощью операции «Новый чертеж из модели» и инструментальной панели «Виды».

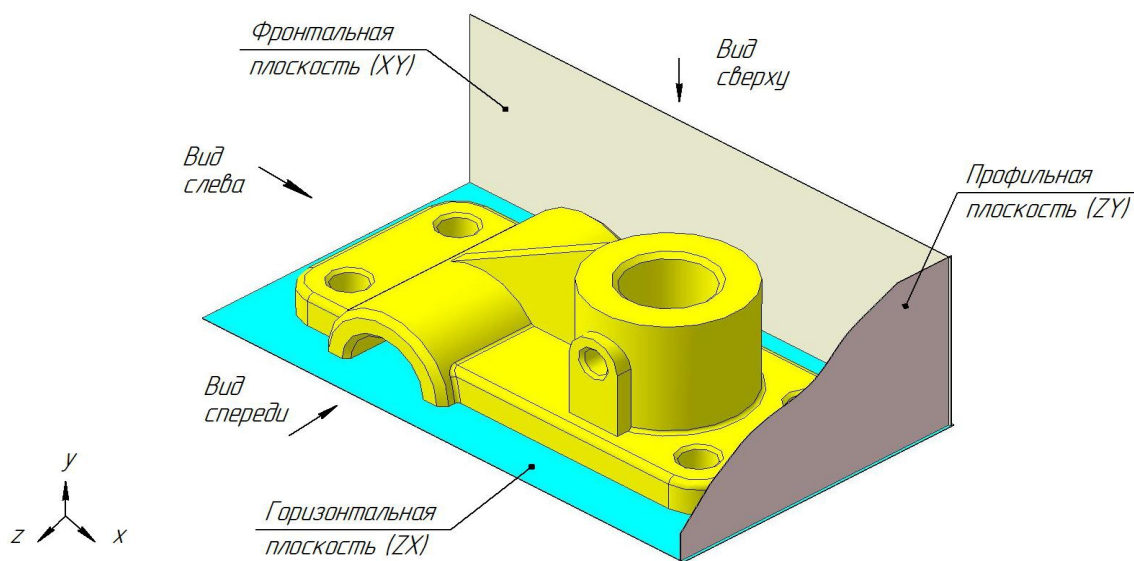


Рис. 3.34. Схема плоскостей проекций в КОМПАС – 3D

**Вид** – ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Различают основные, дополнительные и местные виды. Они дают представление о наружной поверхности изделия или его части.

**Основными видами** называют изображения, полученные в результате проецирования изделия на основные плоскости проекций за которые принимают шесть граней куба, внутрь которого условно помещено изделие.





ГОСТом установлены следующие названия основных видов:

- |                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| 1. Вид спереди (главный вид). | 4. Вид справа. |
| 2. Вид сверху.                | 5. Вид снизу.  |
| 3. Вид слева.                 | 6. Вид сзади.  |

Изображение, полученное при проецировании на фронтальную плоскость проекции, считается главным и выбирается таким образом, чтобы оно давало наиболее полное представление о форме и размерах изделия.

Система КОМПАС – 3D позволяет автоматически создавать ортогональные проекции детали и сборочной единицы из трехмерной модели. Такие изображения называются ассоциативными чертежами.

**Ассоциативный вид** – чертеж, ассоциативно связанный с 3D моделью. При редактировании модели изображение на всех связанных с ней ассоциативных видах изменяется.

Создать ассоциативные чертежи можно в режиме «Чертеж» , выполнив команду меню **Вставка – Вид с модели - ...**, или с помощью команд инструментальной панели **Виды** . Также в модуле твердотельного моделирования существует команда меню **Операции – Создать новый чертеж из модели** или одноименная команда , расположенная на странице **Редактирование** .

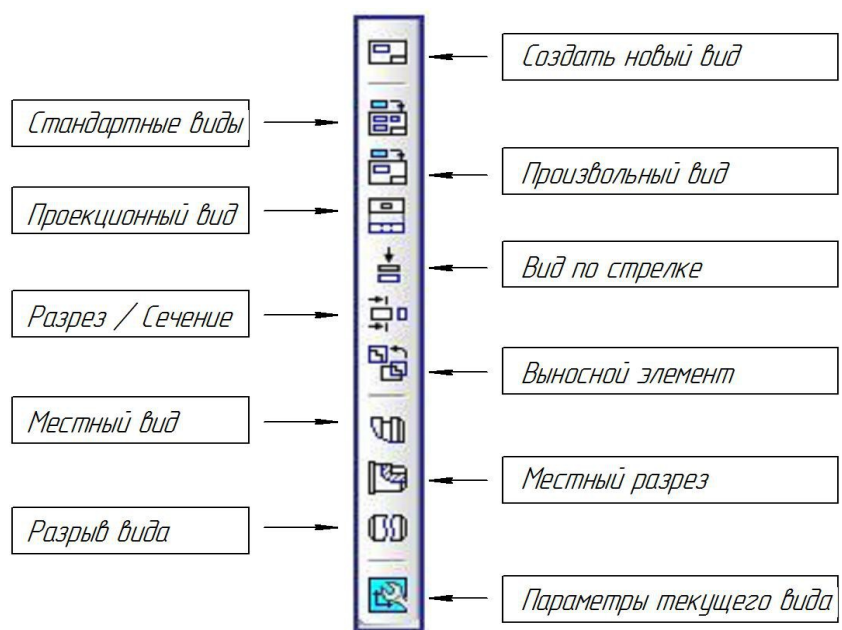


Рис. 3.35. Пиктограммы Инструментальной панели «Вид»

Каждый вид может быть *текущим* (в нем можно выполнять любые операции по изменению), *фоновым* (доступен только для выполнения привязок к его элементам), *погашенным* (полностью недоступен, на чертеже отображаются только габаритные рамки), *активным* (в данном состоянии сразу могут находиться несколько видов).

Информация о состоянии видов отображается в Строке текущего состояния (область *Состояние видов*) или в меню **Сервис – Состояние видов** (рис. 34).

Все виды связаны с твердотельной моделью, но при необходимости в любой момент эту связь можно разрушить. Для этого достаточно щелчком ЛКМ выделить вид, затем ПКМ вызвать контекстное меню и из списка выбрать команду **Разрушить вид**.

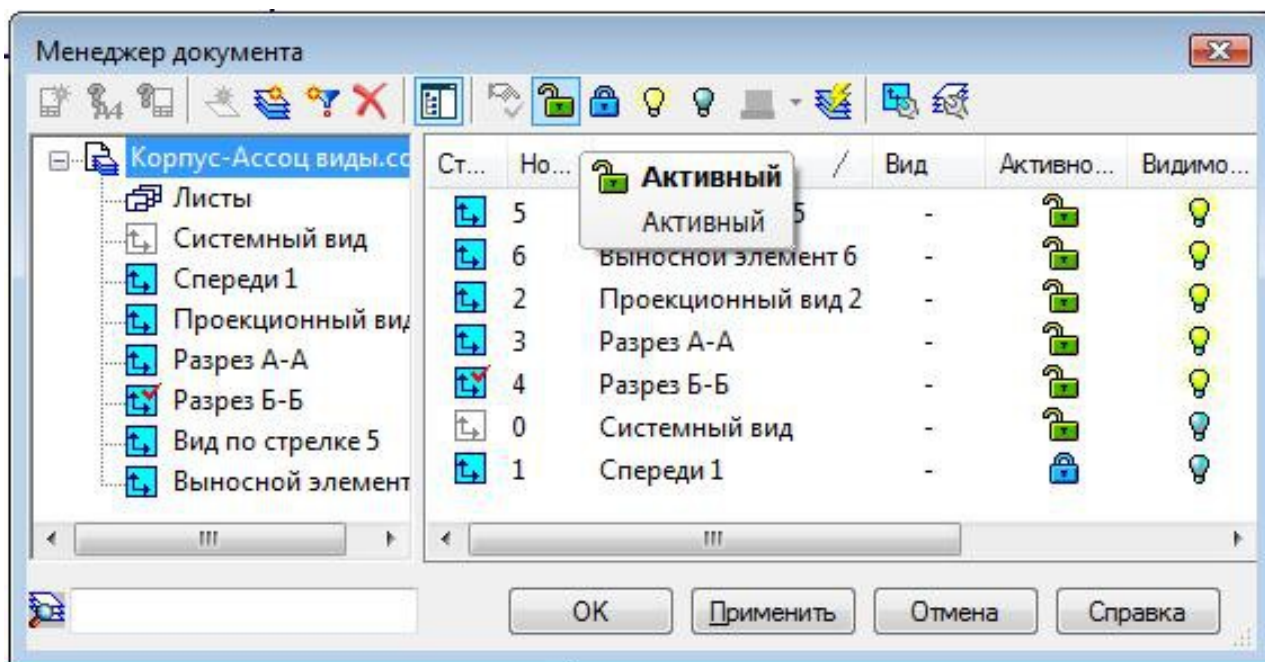


Рис. 3.36. Окно менеджера документа

**Задание:** Создать ортогональные проекции видов и разрезов деталей по их моделям.

### Упражнение 1. Построение аксонометрического изображения детали «Шкив»




- ✓ Создать из твердотельной модели «Шкив» (рис.3.37) чертеж с аксонометрическим изображением, используя команду **Создать новый чер-**

**теж из модели** .

- ✓ Отредактировать чертеж.





Рис. 3.37. Модель детали «Шкив»

1. Откройте ранее созданную модель «Шкив».
2. На странице **Редактирование**  включите команду создания **Нового чертежа из модели** . Система автоматически создаст новый документ типа «Чертеж» , а на экране появится фантом прямоугольника (границы вида).
3. В **Строке параметров** выполните следующие настройки:  
На вкладке «**Параметры**» из списка в области **Ориентация главного вида** выберите **Изометрия XYZ**, масштаб 1:1.  
На вкладке «**Линии**» включите тип отрисовки видимых линий – «**Основная**», невидимые линии – **не показывать**.
4. Щелчком ЛКМ укажите на экране положение изображения.

**Примечание:** Отредактировать не устраивающие по каким-либо причинам параметры



изображения можно с помощью команды **Параметры текущего вида** , находящейся на странице **Вид** .

5. Разрушите ассоциативную связь аксонометрического изображения с моделью детали:
  - ➔ Щелкните ЛКМ по прямоугольной рамке изображения, при этом она должна высветиться зеленым цветом.
  - ➔ Щелкните ПКМ на изображении и в появившемся контекстном меню выберите команду **Разрушить вид**.
6. Выполните штриховку четвертного разреза.
7. Заполните основную надпись (рис. 38).
8. Сохраните чертёж под именем «АксонOMETрия детали Шкив».

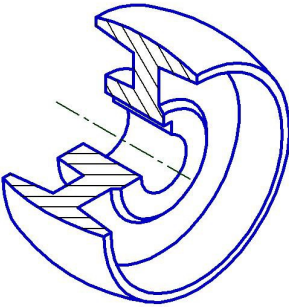
01.015.9-02									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разработ	Закрыва	А	Сабченко	НВ					
Пров	Сабченко	НВ							
И контр									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	01.015.9-02				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шкив				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Сталь 10 ГОСТ 1050-88				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СТАУ группа №1115				
Копировал					Формат А4				

Рис. 3.38. Аксонометрический чертёж детали «Шкив»

## Упражнение 2. Построение ассоциативных видов детали «Корпус»

- ✓ Создать из твердотельной модели «Корпус» двухмерный чертеж, содержащий главный вид и вид сверху с помощью команды **Стандартные**

**виды** .

- ✓ Построить профильный и ступенчатый разрезы, местный вид и выносной элемент.
- ✓ Проставить размеры и окончательно оформить чертеж.

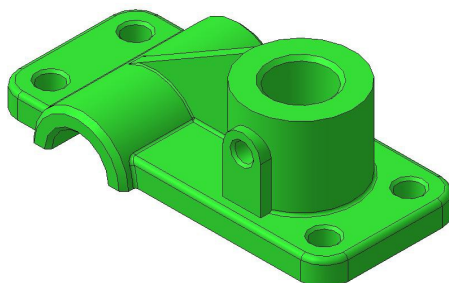





Рис. 3.39. Модель детали «Корпус»

### Создание нового документа

1. Создайте документ типа «Чертеж» .
2. Измените формат чертежа, выполнив команду меню **Сервис – Параметры – Параметры первого листа – Формат**. Выберите из списка формат А3 и установите флажок *горизонтальный*. Закройте окно **ОК**.
3. Сохраните чертеж под именем «Корпус Ассоциативные виды».

### Алгоритм создания ассоциативных видов

1. На странице *Ассоциативные виды*  (или в *Строке выпадающих меню* выполните команду **Вставка – Виды с модели – Стандартные**) включите команду построения **Стандартных видов** .
2. В диалоговом окне из списка выберите название ранее созданной модели

(файла), чертеж которой необходимо создать (в данном случае «Корпус»).

3. После появления на экране фантомов стандартных видов в *Строке параметров* выполните следующие настройки:

- На вкладке *Параметры* из списка выберите ориентацию главного вида – *спереди*.

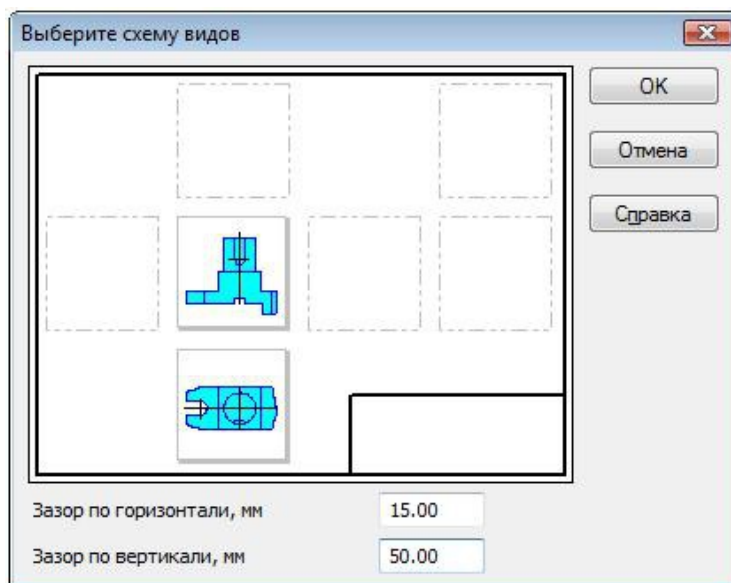
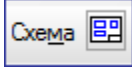




Рис. 3.40. Окно «Схема видов»

➔ В диалоговом окне «Схема видов»  установите набор стандартных видов детали (в данном примере – вид спереди, вид сверху), указав их на схеме щелчком ЛКМ внутри габаритной рамки соответствующих областей (отменить ошибочный выбор изображения можно повторным указанием на нем). В поле **зазор** установите расстояние между видами *50 мм*. Закройте окно.

➔ Самостоятельно из списка выберите масштаб изображения или установите значок автоматического подбора стандартных масштабов (в данной работе рекомендуется выбрать масштаб 1:1).

➔ На вкладке *Линии* установите невидимые линии – **не показывать** ,  
линии перехода – **показывать** .

➔ Щелчком ЛКМ на экране укажите местоположение начала координат главного вида.



4. Сохраните полученное изображение .

### Алгоритм построения разреза на ассоциативных видах

1. Выберите двойным щелчком ЛКМ контурной рамке текущим вид, относительно которого следует указать секущую плоскость для построения профильного разреза (главный вид).

**Примечание:** Если Вид выбран текущим, то линии внешнего контура этого Вода отображаются на экране синим цветом.

2. Постройте линию сечения (рис. 3.41). Для этого:

- ➔ Постройте вспомогательную **Вертикальную линию** , расположенную на странице **Геометрия** , установив щелчком ПКМ локальную привязку «Середина» и указав на проекцию верхнего основания вертикального цилиндра.

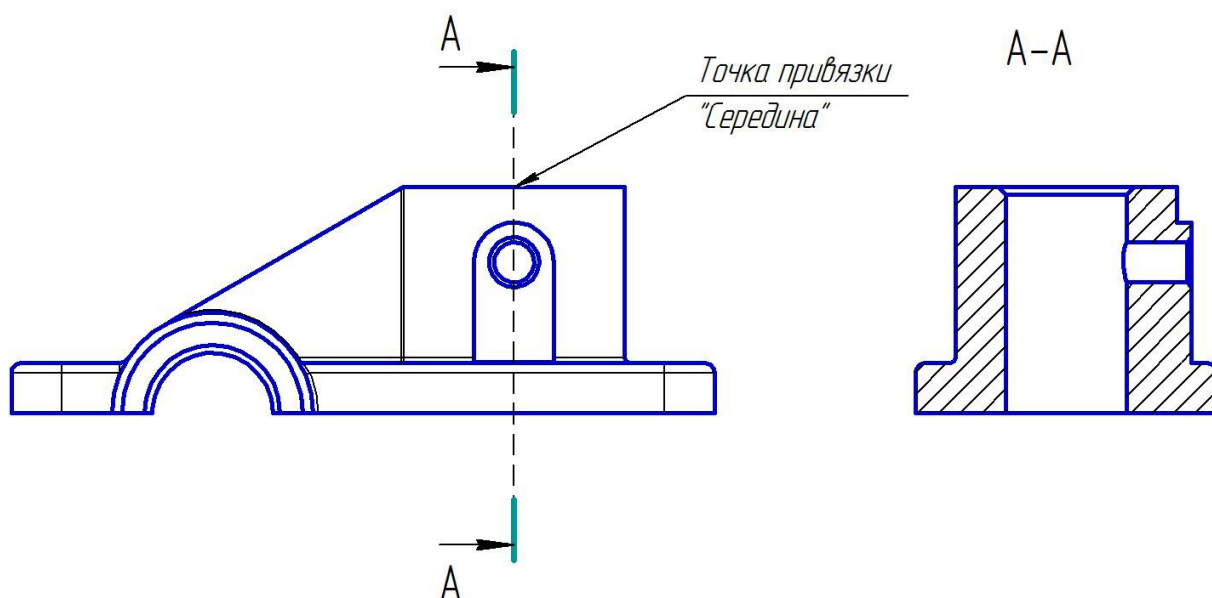







Рис. 3.41. Построение фронтального разреза

- ➔ На странице **Обозначения**  включите команду построения линии **Разреза** .
- ➔ Включите команду ортогонального черчения  и постройте след секущей плоскости, указав начальную и конечную точки секущей плос-

кости на вспомогательной прямой.

- ➔ Создайте объект  .

3. Постройте разрез:

- ➔ На странице *Ассоциативные виды*  включите команду **Разрез/сечение**  и укажите щелчком ЛКМ на любом элементе линии разреза (она должна изменить цвет).
- ➔ Укажите щелчком ЛКМ место расположения разреза, переместив его фантом вправо от изображения главного вида.

4. Сохраните чертеж.

### Замещение вида разрезом. Изменение состояния вида

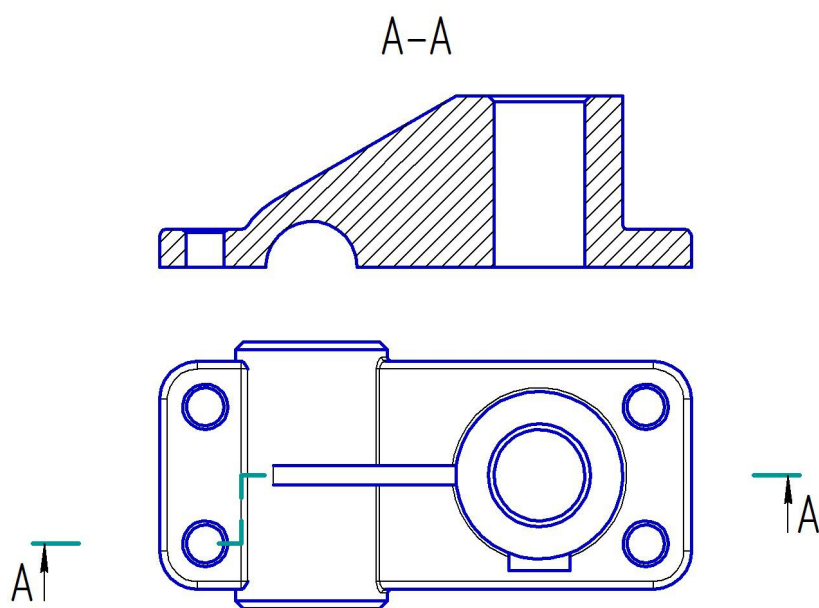


Рис. 3.42. Замещение вида спереди ступенчатым разрезом






1. Постройте ступенчатый разрез, заменив им вид спереди:
  - ➔ Активизируйте Вид сверху двойным щелчком на его рамке ЛКМ.
  - ➔ Постройте след секущей плоскости ступенчатого разреза.
  - ➔ Не отпуская кнопку мыши, переместите фантом разреза и совместите его с изображением вида, вместо которого выполняется разрез. Завершите построение щелчком ЛКМ.
2. «Погасите» вид спереди:

- ➔ Выполните команду меню *Сервис – Состояние видов*. В окне «Менеджер документов» выделите одноименный вид и включите кнопку **Погашенный** в меню окна.
  - ➔ Нажмите кнопку **Применить** и закройте окно **ОК**.
3. Сохраните полученный чертеж.

### Построение местного вида

Замена главного вида на ступенчатый разрез привела к потере изображения формы фланцевого элемента детали. В этом случае для ее изображения можно применить местный вид. Алгоритм построения местного вида следующий:

1. Постройте «полный» вид (в данном случае вид спереди):

- ➔ Сделайте активным «Вид сверху».
- ➔ На странице **Обозначения**  включите команду построения *Стрелки, указывающей направление взгляда*  и укажите местоположение стрелки и обозначения вида.
- ➔ На странице *Ассоциативные виды*  включите команду **Вид по стрелке**  и щелкните мишенью по стрелке вида.
- ➔ На экране появится фантом нового вида, связанного с видом сверху проекционной связью. Чтобы эту связь разрушить, в *Строке параметров* нажмите кнопку отключения этой связи .
- ➔ Переведите фантом в свободное место чертежа и укажите положение вида щелчком ЛКМ.

2. Постройте местный вид фланцевой части:

- ➔ Сделайте построенный по стрелке вид текущим.
- ➔ Обведите участок фланцевого элемента замкнутым контуром (окружностью или прямоугольником), построив таким образом условную границу местного вида.

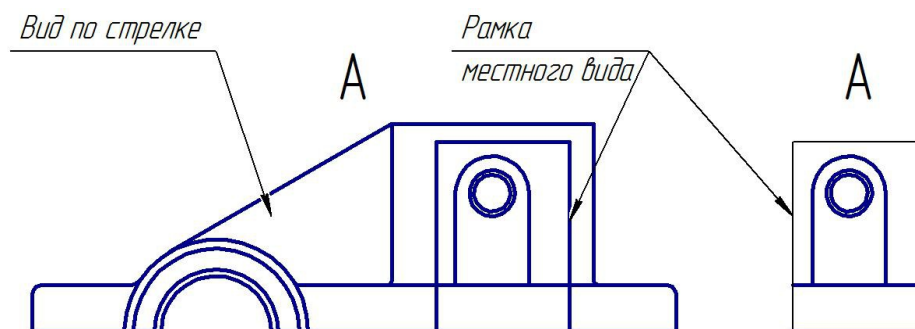




Рис. 3.43. Последовательность создания местного вида

- ➔ На странице **Ассоциативные виды**  включите команду **Местный вид**  и щелкните мишенью по его рамке.

3. Сохраните полученный чертеж.

### Построение выносного элемента

**Выносной элемент** – изображение в увеличенном виде отдельного, узко ограниченного места внутренней или внешней поверхности детали, в отношении которой необходимо уточнение формы или размеров.

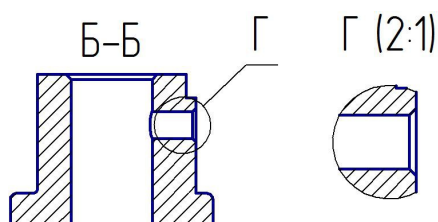




Рис.3.44. Построение выносного элемента



В данном примере целесообразно построить выносной элемент фаски на фланцевом отверстии.

1. Постройте значок, обозначающий выносной элемент:

- ➔ На странице **Обозначения**  включите команду построения контура выносного элемента .


- ➔ Укажите на профильном разрезе место для построения выносного элемента, захватив в область окружности отверстие с фаской, и укажите точку начала полки.



- ➔ Создайте объект.
- 2. Постройте изображение выносного элемента:
  - ➔ На странице *Ассоциативные виды*  включите команду **Выносной элемент** .
  - ➔ В *Строке параметров* из списка выберите масштаб увеличения (2 : 1).
  - ➔ Укажите мишенью на обозначение выносного элемента.
  - ➔ Передвиньте фантом изображения в свободное место и укажите щелчком ЛКМ положение выносного элемента.
  - ➔ Отредактируйте наименование изображения, дополнив надпись масштабом.
- 3. Сохраните чертеж.

### Окончательное редактирование чертежа

Обозначения видов, разрезов и выносного элемента система выполнила автоматически, в том порядке, в котором создавались эти элементы. Теперь необходимо изменить буквенный порядок названия изображений в соответствии со стандартом.

1. Измените буквенное обозначение ступенчатого разреза:
  - ➔ Двойным щелчком ЛКМ активизируйте изображения секущих плоскостей разреза.
  - ➔ В *Строке параметров* отключите флажок *Автосортировки* и в области **Текст** введите новое наименование разреза
  - ➔ Создайте объект .
2. Аналогичным образом измените обозначения оставшихся изображений.
3. Разрушите виды.
4. Отредактируйте изображения, начертив осевые и центровые линии и т.п.
5. Проставьте размеры.
6. Заполните основную надпись.
7. Сохраните чертеж.



Савченко Н.В.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

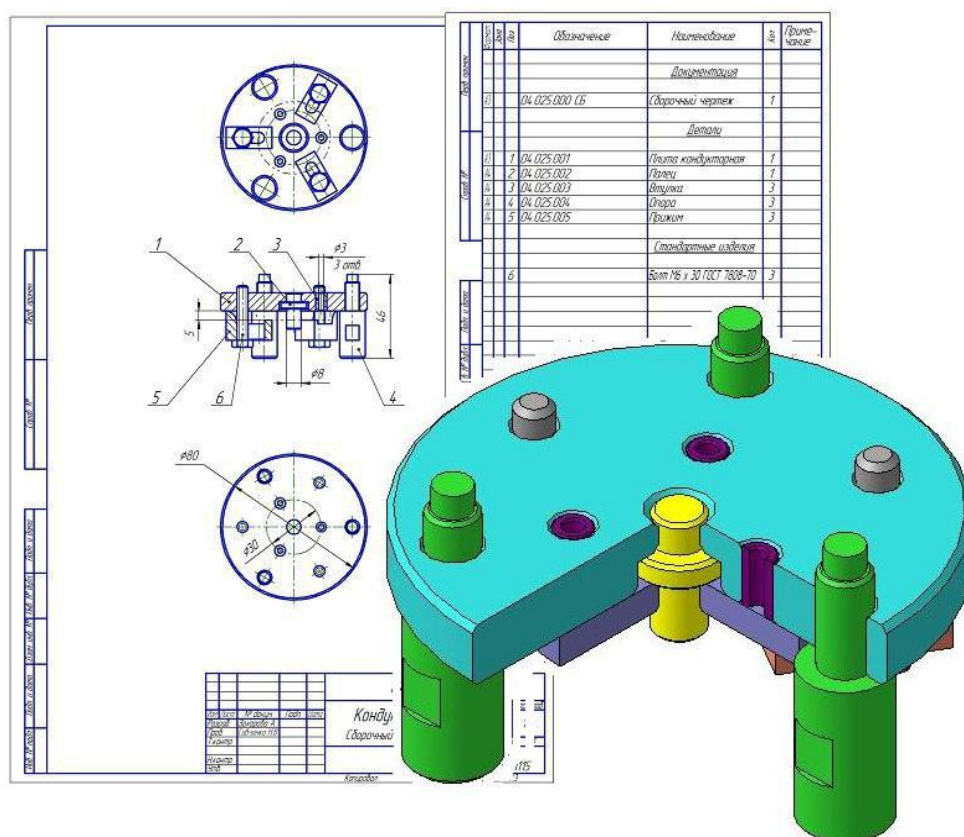
### Часть 4. Выполнение сборочного чертежа

#### в системе КОМПАС-3D

#### Лабораторный практикум

по дисциплинам «Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика»

специальностей 151600 «Прикладная механика»,  
160100 «Самолетостроение»,  
160400 «Ракетные транспортные системы»,  
220700 «Автоматизация технологических  
процессов и производств»



## Лабораторная работа №11 СОЗДАНИЕ ОБЪЕМНОЙ МОДЕЛИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ<sup>18</sup>

**Цель работы:** Получение навыков выполнения объемной сборки из заранее созданных моделей деталей.

**Сборочная единица** – изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, клепкой и т.д.).

**Модель сборочной единицы** – объемная модель, объединяющая модели деталей и стандартных изделий, и содержащая информацию о взаимном положении этих компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.

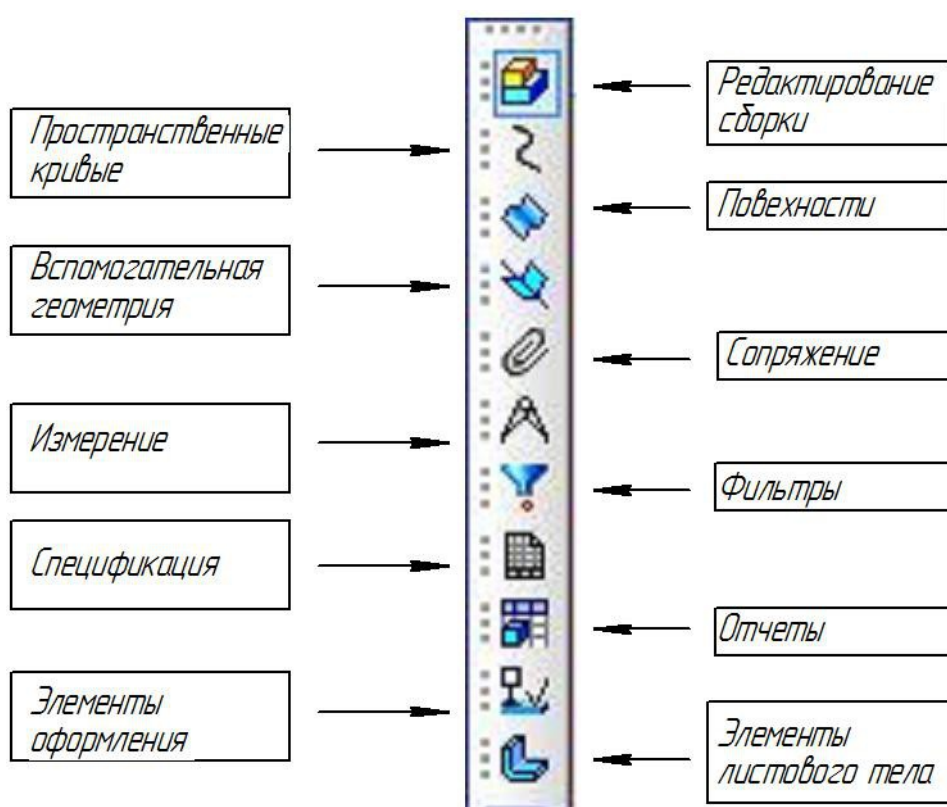



Рис. 4.1 Компактная панель документа «Сборка»

<sup>18</sup> Операция создания трехмерных сборок доступна в том случае, если на компьютере установлена профессиональная версия КОМПАС – 3D.

**Компонентом** называется любая деталь, стандартное изделие или сборочная единица, входящая как единое целое в другую сборочную единицу.

Модель сборочной единицы создается в документе **Сборка** . На экране при этом открывается окно нового документа с частично измененной Панелью переключения «Компактная» (рис.1) и Инструментальной панелью (рис. 2).

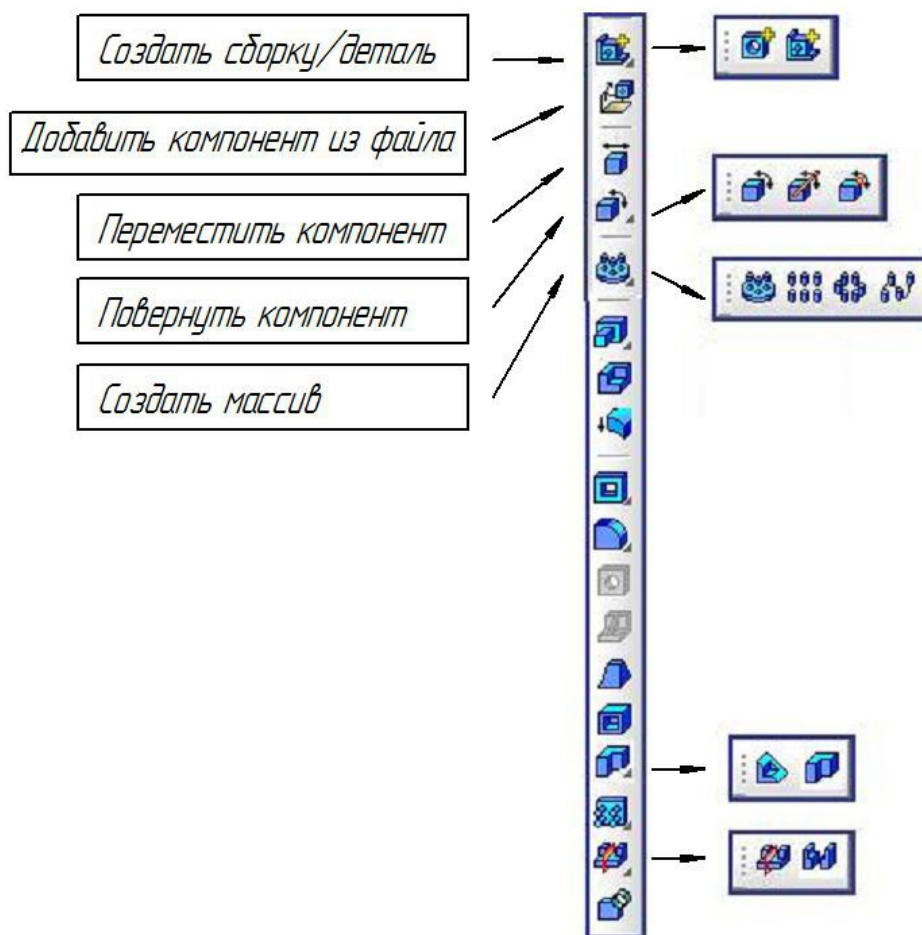





Рис. 4.2. Пиктограммы Инструментальной панели «Редактирование сборки»



Для упрощения работы при составлении модели сборочной единицы в *Дереве построений* моделей деталей, входящих в ее состав, должны быть заранее заменены:

- стандартное наименование «Деталь» на собственное оригинальное название;
- цвет модели отображения (с помощью меню «Свойства», вызываемого щелчком ПКМ на наименовании детали в *Дереве построений*).

После того, как был создан файл документа-сборки, необходимо вставлять в него уже существующие модели компонентов. Для этого следует выполнить команду меню **Операции – Добавить компонент из файла** или команду инструментальной панели **Добавить из файла** .

На экране появится фантом выбранного компонента. Для того, чтобы установить его в базовую точку рабочего поля, необходимо в *Строке параметров* ввести координаты точки вставки или установить точку начала координат компонента в начало координат документа с помощью привязки, при ее срабатывании курсор должен изменить свое изображение .

Первый компонент по умолчанию всегда неподвижен, его нельзя сдвинуть или повернуть относительно базовой точки. При необходимости фиксацию компонента можно снять. Для этого следует выделить его в *Дереве построений*, ПКМ вызвать контекстное меню «Свойства компонента» и в *Строке параметров* выбрать опцию **не фиксировать** .

Последующие вставленные в документ компоненты можно перемещать  и поворачивать , однако эти команды не обеспечивают точного положения компонентов в пространстве. Для наложения связей между деталями служат команды инструментальной панели «Сопряжение» (рис. 3).

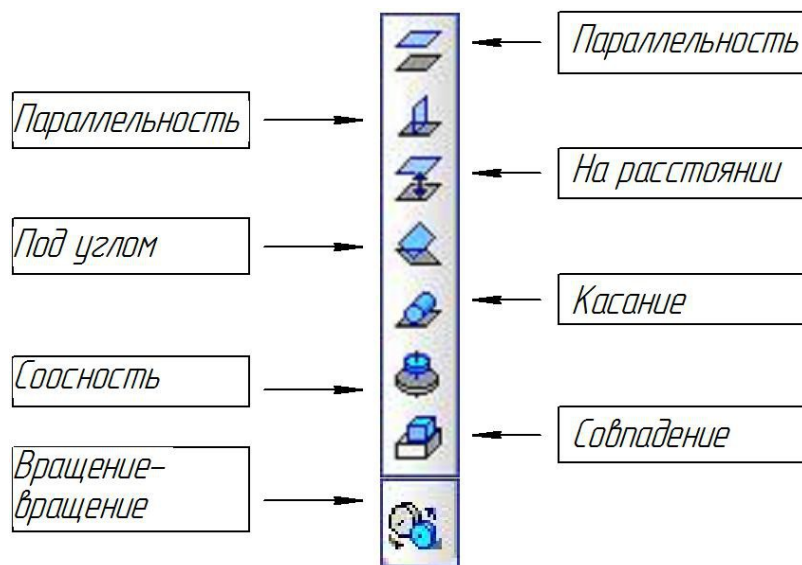


Рис. 4.3. Инструментальная панель «Сопряжение»



**Задание:** Создать модель трехмерной сборки сборочной единицы «Кондуктор»<sup>19</sup>, используя готовые модели деталей.<sup>20</sup>

**Упражнение 1.** Вставка в сборочную единицу компонентов из файлов

**Выполнить:**

- ✓ Создать документ «Сборка».
- ✓ Вставить в модель сборочной единицы модели деталей.

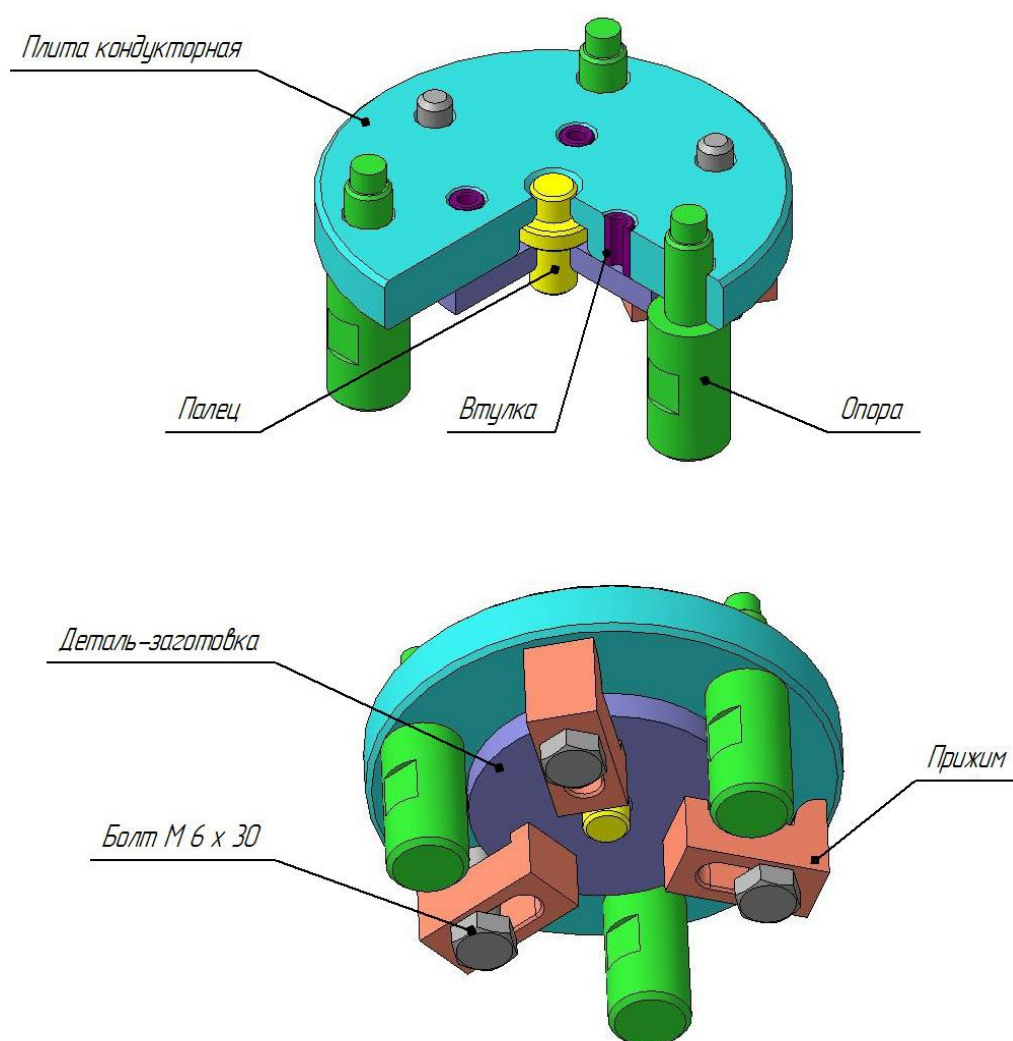



Рис. 4.4. Сборочная единица «Кондуктор»

<sup>19</sup> Кондуктор – станочное приспособление, используемое для сверления отверстий определенного диаметра и месторасположения в детали-заготовке.




<sup>20</sup> Место хранения файлов моделей составных частей сборочной единицы – папка «Компоненты сборки».



## Создание нового документа

1. Создайте документ типа «Сборка» .
2. В *Дереве построений* измените наименование будущей модели сборочной единицы на «Кондуктор», активизировав поле названия двойным щелчком ЛКМ.
3. Сохраните документ под именем «Кондуктор».

## Добавление компонентов из файлов

1. Установите на панели **Вид** ориентацию  *Изометрия XYZ*.
2. С помощью команды **Добавить из файла** , расположенной на странице *Редактирование сборки* , выберите файл с именем «Плита кондукторная».

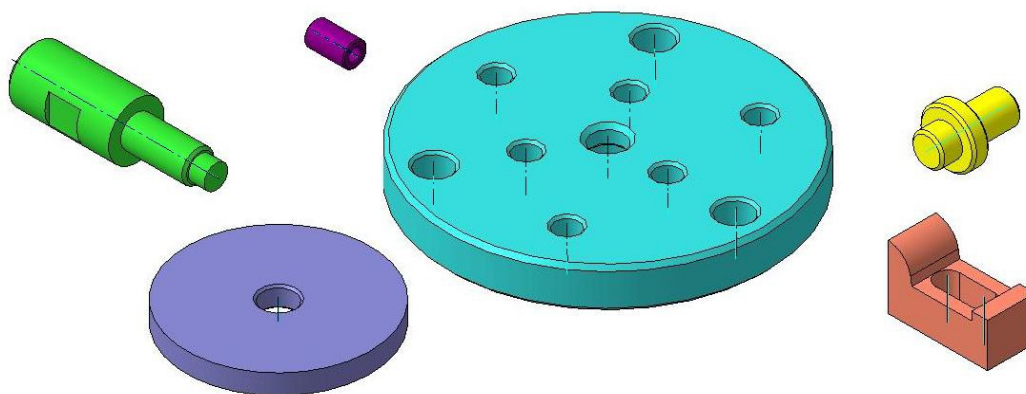



Рис. 4.5. Компоненты модели «Кондуктор»





3. На экране появится фантом модели «Плита». Установите ее в начало координат (при срабатывании привязки «Начало локальной или абсолютной системы координат курсор должен поменять свое изображение ). В *Дереве построения* в разделе «Компоненты», при этом появится пиктограмма вставленного компонента с его именем. В скобках, рядом с пиктограммой, указано, что данный компонент зафиксирован (ф).
4. Аналогичным образом вызовите модели деталей «Палец», «Опора»,

«Прижим», «Втулка», «Деталь-заготовка» и установите их в произвольных местах рабочего поля экрана.

Обратите внимание на то, что по направлению совпадают конструктивные оси только у плиты, прижима и детали-заготовки (рис. 5).

**Примечание:** Деталь-заготовка не является составной частью сборочной единицы «Кондуктор». В данном примере она иллюстрирует принцип работы технологического приспособления и функциональное назначение деталей, входящих в нее.

Позиционирование компонентов сборки относительно основной детали


Система предусматривает следующие команды позиционирования компонентов друг относительно друга: **Перемещение**  и **Поворот** , расположенные на странице **Редактирование сборки** , а также команды Инструментальной панели **Сопряжение** .

1. Установите модель «Палец» в центральное отверстие модели «Плита» (здесь и далее устанавливаемый компонент 2 и базовый компонент 1 соответственно).


➔ Включите команду **Перемещение** .

➔ Поместите курсор на поверхность устанавливаемого компонента 2 и нажмите ЛКМ.

➔ Не отпуская клавишу мыши, переместите курсор с фантомом под компонент 1 (рис. 6 а). В *Дереве построений* появится пиктограмма построенного сопряжения.

➔ Поверните компонент 2 с помощью команды **Поворот** . (рис. 6 б), при этом добиваться абсолютно вертикального положения не следует.

➔ Перейдите на страницу **Сопряжение** .

➔ Включите команду **Соосность**  и поочередно укажите курсором на любые цилиндрические поверхности компонента 2 и отверстия компо-

нента 1 (рис. 6в). При необходимости используйте кнопки **Поворот**

 и **Сдвиг**  панели **Вид**.

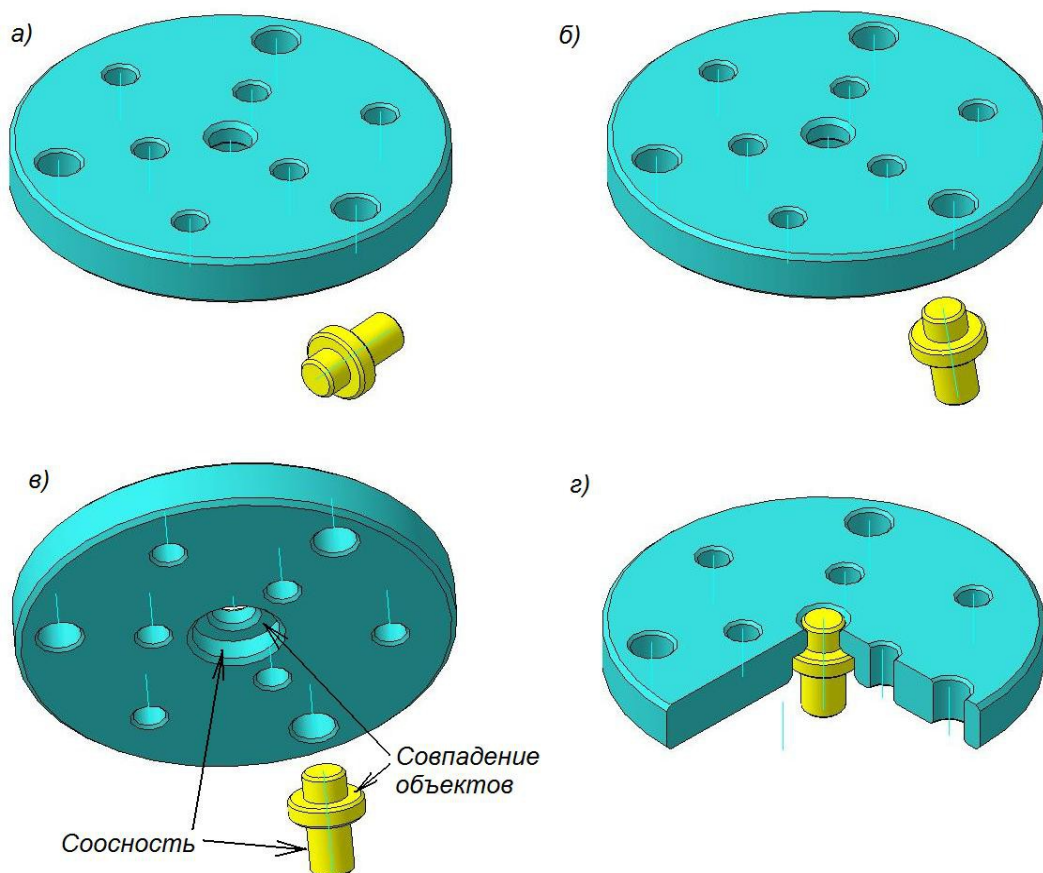


Рис. 4.6. Схема выполнения сопряжения звена «Плита – Палец»

➔ Установите деталь на ее место с помощью команды **Совпадение**

**объектов** , выполнив сопряжение торцевых плоскостей (рис. 4.6 г).

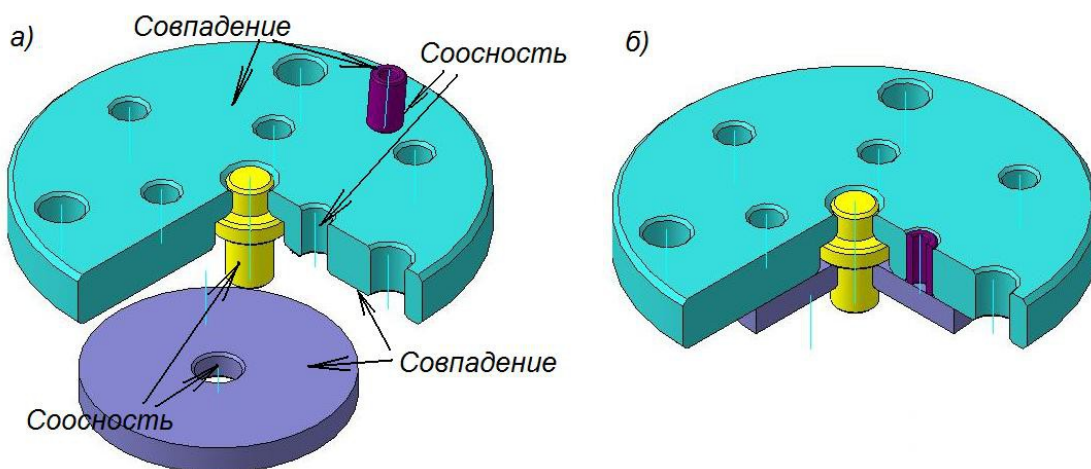






Рис. 4.7. Схема выполнения сопряжений звеньев «Плита – Втулка» и «Плита, Палец – Деталь-заготовка»

2. Аналогичным образом установите на место модели «Втулка» и «Деталь-заготовка» (рис. 4.7).
3. Установите «Опору» (компонент 2) в отверстие «Плиты», учитывая, что лыска должна быть параллельна плоскости XY:

➔ Подведите компонент 2 под компонент 1 (операция **Перемещение** ).

➔ Поверните ее таким образом, чтобы она располагалась почти вертикально (операция **Поворот** ).

➔ Включите на панели **Сопряжение**  команду **Параллельно**  и укажите в качестве базовых плоскостей плоскость лыски и плоскость XY.

➔ Остальные операции выполняйте по вышеизложенной схеме.

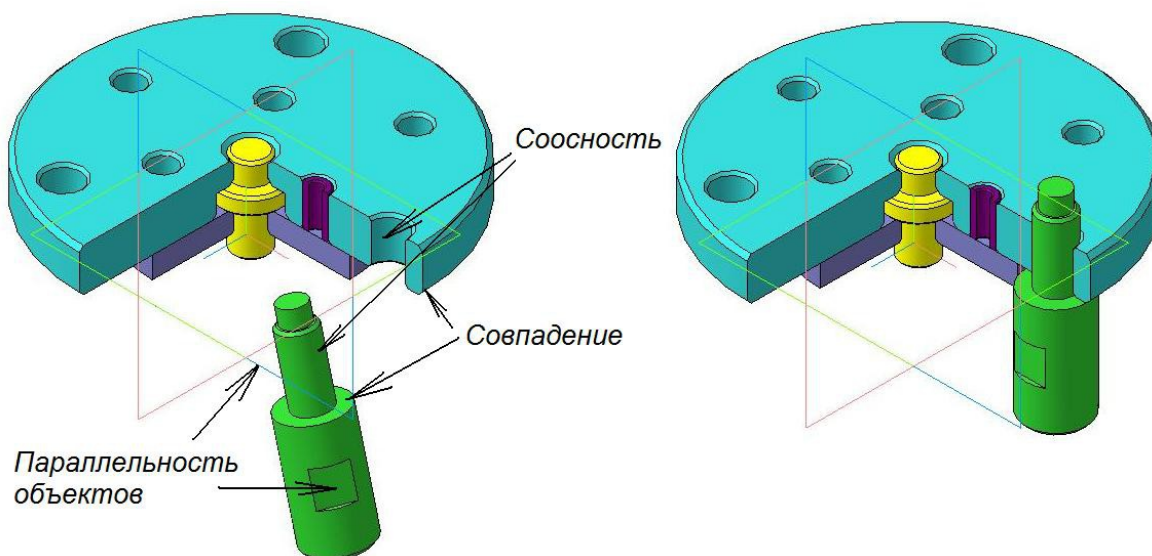


Рис.4.8. Схема выполнения сопряжений «Плита – Опора»

4. Ориентируясь на изображения рис. 4.8, установите в модель сборки «Прижим», задав следующие сопряжения поверхностей компонентов:
- ➔ соосность отверстий;
  - ➔ параллельность боковой плоскости прижима и плоскости XY;
  - ➔ касание криволинейной поверхности прижима и нижнего основания

плиты (операция **Касание** ).

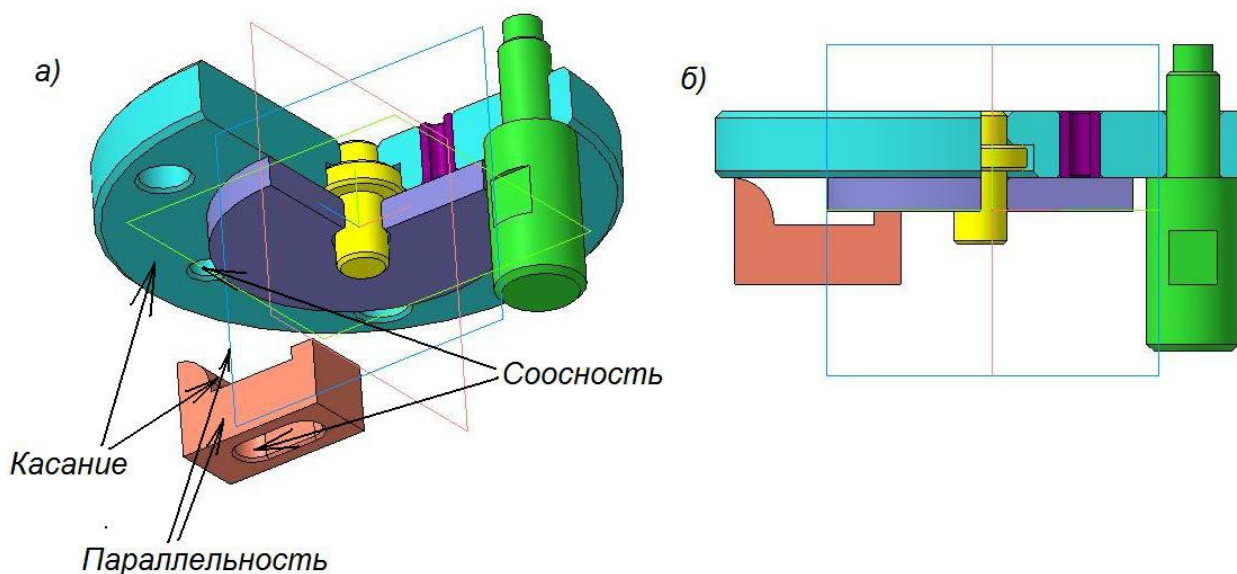


Рис.4.9. Схема выполнения сопряжений звена «Плита, заготовка – Прижим»

5. Сохраните полученный результат.


**Примечание:** Если в процессе сборки сопряжение какого-либо компонента было выполнено неверно, его можно удалить следующим образом: в *Дереве построений* найти название сопряжения данного компонента, щелчком на нем ПКМ вызвать контекстное меню и из списка выбрать команду **Удалить**.

## **Упражнение 2.** Вставка в сборочную единицу моделей стандартных изделий из библиотеки

**Выполнить:**

- ✓ Подобрать Болт М6 в Библиотеке крепежа КОМПАС – 3D.
- ✓ Установить трехмерную модель болта в модель сборочной единицы.

1. Подключите «Библиотеку крепежа КОМПАС – 3D»:

- ➔ Нажмите на кнопку **Менеджер библиотек**  на *Инструментальной панели Стандартная*.
- ➔ В открывшемся окне слева из списка выберите раздел *Машиностроение*, а справа – *Библиотека крепежа для КОМПАС – 3D*.




→ Подключите из папки БОЛТЫ раздел *Болты крепежные с шестигранной головкой*.

2. Подберите болт по размеру:

→ В открывшемся окне «Болты с шестигранной головкой» (рис. 4.10) в окне *Диаметр* из списка выберите стандартный диаметр резьбы М6, в окне *Длина* – стандартную длину 30 мм, в окне *ГОСТ* – 7798-70.

→ Закройте окно **ОК**.

→ Укажите базовую точку привязки фантома болта на свободном месте экрана под изображением сборочной единицы и **Создайте объект** .

→ Закройте окно *Менеджера библиотек*.

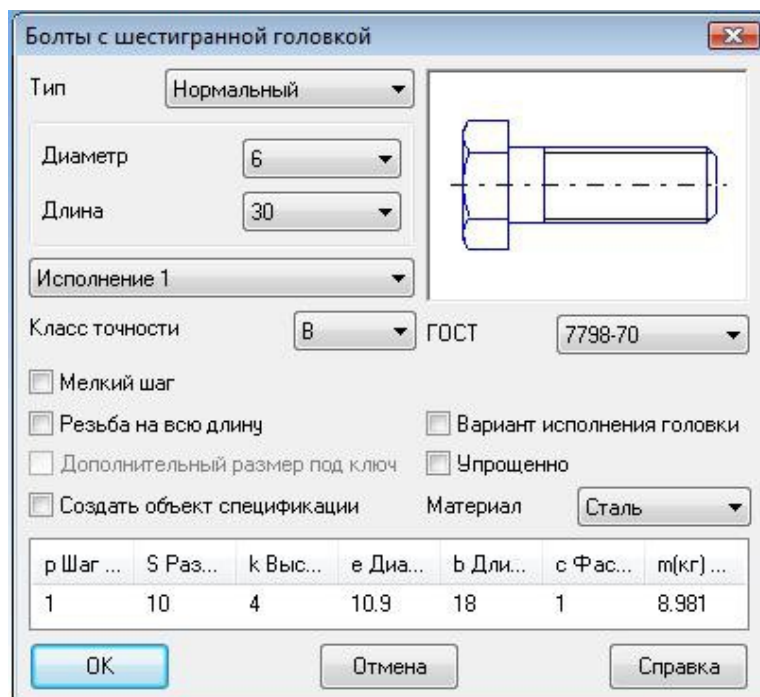






Рис. 4.10. Окно библиотеки стандартных изделий

3. Выполните соединение прижима и плиты с помощью болта (рис. 4.11):

→ Измените ориентацию болта в пространстве с помощью команды **Повернуть** .

→ Разверните с помощью операции сопряжения **Параллельно**  болт таким образом, чтобы на плоскость XY проецировались три грани его головки.

- ➔ Установите **Соосность**  стержня болта и отверстия прижима (или плиты).
- ➔ Выполните команду **Совпадение**  (базовые объекты – торец головки болта и основание прижима).

#### 4. Сохраните модель

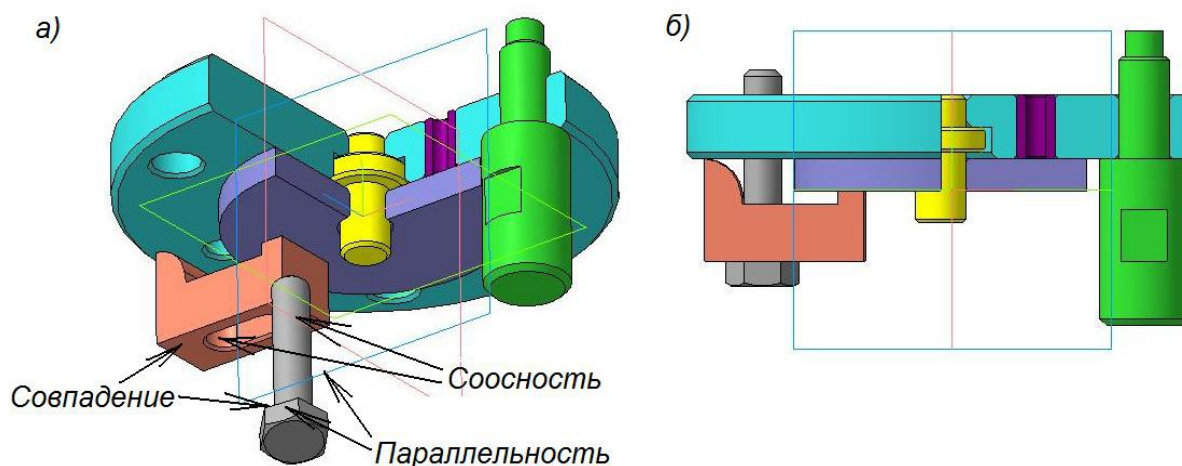


Рис. 4.11. Схема установки модели стандартного изделия «Болт» в модель сборочной единицы



### Упражнение 3. Редактирование модели сборки

#### Выполнить:






- ✓ Установить недостающие детали «Опора», «Втулка», «Прижим» и «Болт» в модель сборки.
- ✓ Выполнить четвертной вырез модели «Кондуктор».

#### Создание массивов компонентов






##### 1. Создайте массивы компонентов «Втулка» и «Прижим»:


- ➔ Активизируйте команду выполнения **Массива по концентрической сетке** , расположенную на странице **Редактирование сборки** .
- ➔ В *Строке параметров* на вкладке «Выбор объектов» раскройте окно «Список компонентов».



- ➔ Внесите в список компонентов для создания массивов модели «Втулка» и «Прижим», выделив их пиктограммы в *Дереве построений*.
  - ➔ На вкладке «*Параметры*» активизируйте кнопку **Ось массива**  и в *Дереве построений* выберите  **Ось Y** (или курсором укажите на цилиндрическую поверхность «*Пальца*» или «*Плиты*»).
  - ➔ В поле **Количество элементов по кольцевому направлению** укажите число 3.
  - ➔ Шаг по кольцевому направлению  $360^\circ$ .
  - ➔ Установите значок **дovорачивать до радиального направления** .
  - ➔ Создайте объект .
2. Аналогичным образом создайте массивы моделей «*Опора*» и «*Болт*». Единственная разница с предыдущими построениями – на вкладке «*Параметры*» необходимо установить значок **Сохранять исходную ориентацию** .
3. Сохраните модель.

### Выполнение четвертного разреза

1. Выполните сечение модели сборки:
- ➔ Установите **ориентацию**  **сверху**  **Сверху**.
  - ➔ В качестве плоскости эскиза укажите верхнее основание плиты.
  - ➔ Перейдите в режим плоской графики .
  - ➔ Постройте следы секущих плоскостей (рис. 4.11).
  - ➔ Перейдите в режим построения модели .
  - ➔ Включите операцию **Сечение по эскизу** .
  - ➔ В *Строке параметров* выберите направление отсечения таким образом, чтобы удалялась передняя четверть модели.

➔ Создайте объект .

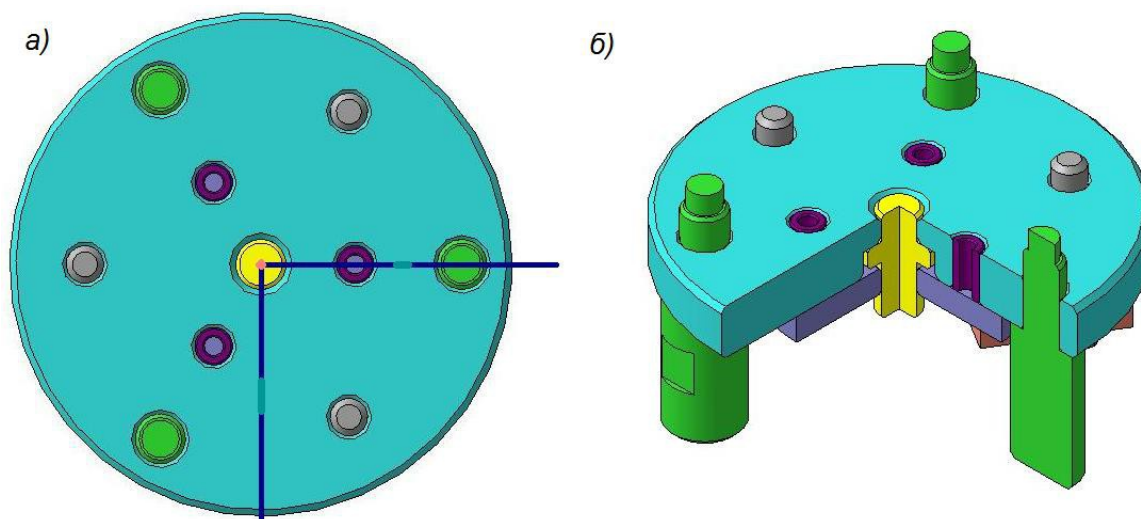




Рис. 4.12. Эскиз четвертного выреза (а) и модель сборочной единицы с четвертным вырезом (б)



Система выполнила сечение всех деталей, попавших в секущую плоскость. Однако детали «Опора» и «Палец» не имеют внутренних поверхностей и на чертежах должны остаться условно не рассеченными.

2. Отредактируйте четвертной вырез:



➔ В *Дереве построений* выделите пиктограмму **Сечение по эскизу** и ПКМ вызовите контекстное меню, в котором выберите команду **Редактировать**.

➔ На *Панели специального управления* включите кнопку **Определение области применения «Компоненты»** .

➔ В появившейся *Строке параметров* включите кнопку выбора области применения **Выбор компонентов**  и откройте окно списка.

➔ В меню окна нажмите кнопку **Выбрать все**  или **Все, кроме библиотечных** . В списке окна будут перечислены все элементы сборки кроме трех болтов.

➔ Последовательно удаляйте из окна элементы, не участвующие в сечении (рис. 4.13).

- Завершите выбор компонентов .
- Завершите редактирование выреза .

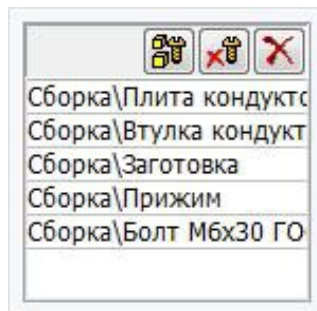


Рис. 4.13. Окно списка компонентов, подлежащих рассечению

3. В *Дереве* построений можно отключать отображение четвертного выреза. Для этого выделите его пиктограмму щелчком ЛКМ, а ПКМ вызовите контекстное меню и из списка выберите команду **Исключить из расчета**.

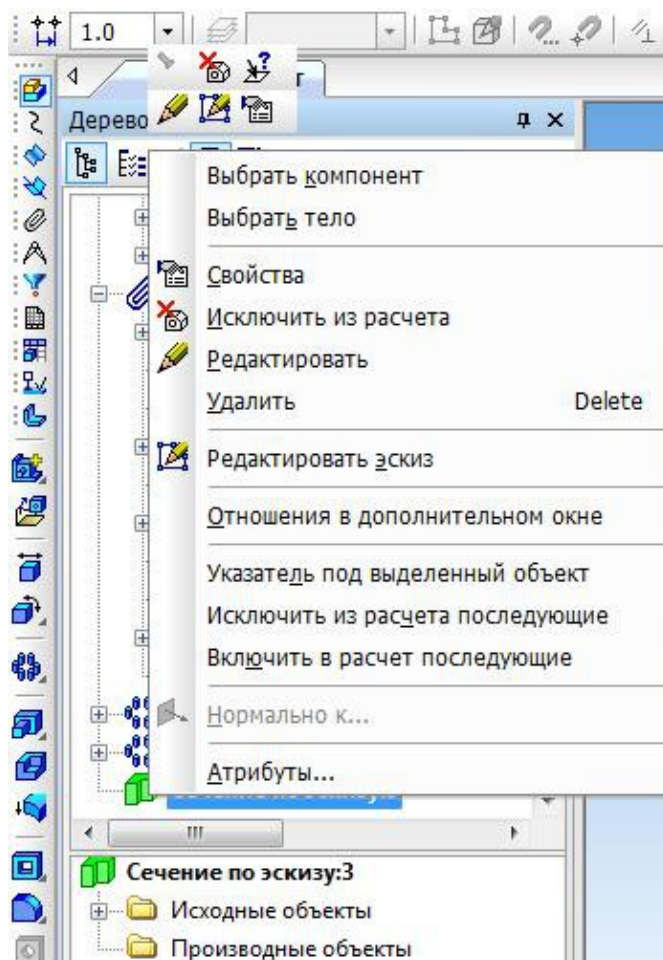


Рис.4.14. Контекстное меню

4. Аналогичным образом исключите из расчета «Деталь-заготовку».
5. Сохраните модель.

## **Лабораторная работа № 12. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ВИДА СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ИЗ ОБЪЕМНОЙ МОДЕ- ЛИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ**

**Цель работы:** Изучение приемов получения ассоциативных чертежей сборочных единиц.

После создания объемной модели сборочной единицы необходимо создать комплект конструкторской документации: сборочный чертеж, спецификацию и чертежи деталей, входящих в сборку.

***Сборочным чертежом*** называется конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее изготовления (сборки) и контроля.

По сборочному чертежу можно представить взаимосвязь между деталями и способы их соединения.

На основании требований, регламентированных ГОСТ 2.109-73, ***Сборочный чертеж*** должен содержать определенную информацию о сборочной единице, в том числе:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей (деталей), соединяемых по данному чертежу и обеспечивающему возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;
- указания о способе соединения деталей неразъемных соединений (сварка, пайка, развальцовка и др.);
- габаритные, установочные, присоединительные, справочные размеры, а также все параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие.

Сборочный чертеж должен иметь минимальное, но достаточное количество изображений, дающих представление о последовательности сбор-

ки, характере связи между деталями и о способах их соединения.

Разрезы и сечения на сборочных чертежах представляют собой совокупность разрезов отдельных деталей, входящих в сборочную единицу. При этом штриховку смежных деталей выполняют в различных направлениях. Если число смежных деталей больше двух, то, кроме изменения направления, изменяют и частоту штриховки. В разрезах незаштрихованными показывают оси, непустотелые валы, болты, винты, гайки и т.п., рассеченные вдоль оси, а также тонкие стенки и ребра жесткости, рассеченные вдоль длинной стороны. При поперечных разрезах эти детали штрихуются. Поверхности сопрягаемых деталей в местах их соединения показывают одной контурной линией.

Перемещающиеся детали на сборочном чертеже изображаются в крайних положениях штрихпунктирной линией с двумя точками.

Сборочный чертеж допускается выполнять с упрощениями, установленными стандартами ЕСКД. Например, допускается показывать упрощено болты, винты и т.д. Также на сборке допускается не показывать:

- фаски, скругления, проточки, выступы, углубления и др. мелкие элементы детали;
- зазоры между стержнем и отверстием (за исключением конструктивных);
- крышки, кожухи и т.п., если необходимо показать закрытые ими детали, при этом над изображением делают соответствующую надпись

На сборочных чертежах проставляют следующие типы размеров:

**Габаритные** – размеры, характеризующие высоту, ширину, длину или наибольший диаметр сборочной единицы. Если один из этих размеров является переменным вследствие перемещения составляющих частей сборочной единицы, на чертеже указываются максимальные размеры при крайних положениях подвижных деталей.

**Установочные и присоединительные** – размеры, определяющие местоположение и параметры элементов, с помощью которых изделие устанавливается на месте монтажа или присоединяется к другому изде-

лию. Например, диаметры отверстий под болты или шпильки и расстояния между их осями.

**Монтажные** – размеры, указывающие на взаимосвязь деталей и их взаимное расположение в изделии. Например, расстояния между осями валов, монтажные зазоры и т.д.

**Эксплуатационные** – размеры, определяющие расчетную, конструктивную характеристику изделия. Например, диаметры проходных отверстий, размеры резьбы на присоединительных элементах.

Все составные части сборочной единицы нумеруются в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций располагаются параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируются в колонки и строчки. Номера позиций пишутся на полках линий выносок, подводимых к изображению деталей и заканчивающихся точками. Линии-выноски подводят к тем изображениям, на которых составная часть проецируется как видимая. При этом предпочтение отдается основным видам или разрезам, размещенным на их месте. Размер шрифта номера позиции должен быть на один – два номера больше размера шрифта, принятого для размерных чисел выполняемого чертежа.

К каждому сборочному чертежу прилагается спецификация.

Создание ассоциативного сборочного чертежа практически ничем не отличается от создания чертежей деталей по их объемным моделям.

**Задание:** Создать сборочный чертеж, используя трехмерную модель сборочной единицы «Кондуктор».


## Упражнение 1. Создание ассоциативного сборочного чертежа

**Выполнить:**



- ✓ Создать из твердотельной модели «Кондуктор» двухмерный чертеж.
- ✓ Проставить размеры.
- ✓ Обозначить номера позиций.
- ✓ Окончательно оформить чертеж.

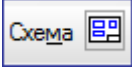
### Создание изображений

1. Откройте модель «Кондуктор» и восстановите целостность моделей деталей, входящих в состав сборочной единицы (см. лабораторную работу «Создание модели сборочной единицы», урок «Редактирование сборки»).

2. Создайте новый документ «Чертеж»  (формат А3, ориентация вертикальная) и сохраните его под именем «Кондуктор. Сборочный чертеж».

3. Постройте три ассоциативных вида: главный, вид сверху и вид снизу:

➔ Включите страницу инструментальной панели **Виды** , а на ней – команду **Стандартные виды** . В появившемся окне выберите файл «Кондуктор».

➔ В *Строке параметров* в качестве главного вида выберите **Вид спереди**, а в поле **Схема**  отметьте области вида спереди, сверху и снизу. Установите расстояние между видами 30мм. Масштаб изображений 1:1.

➔ Щелчком мыши укажите базовую точку вставки видов (см. рис. 4.15).

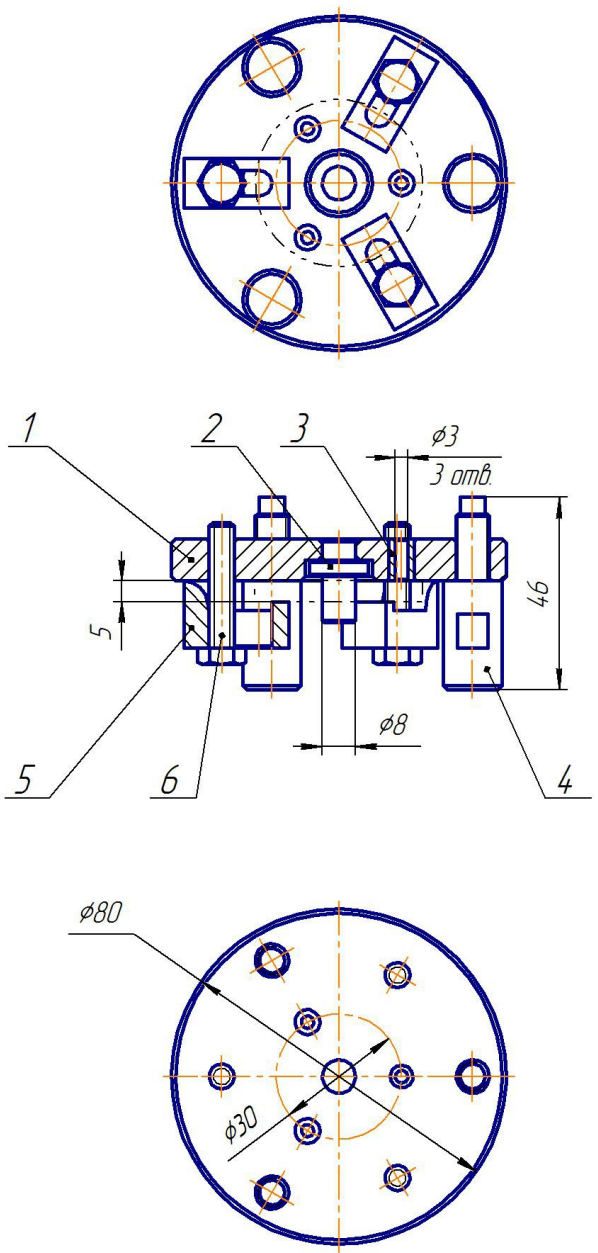
В результате на чертеже появились три изображения, связанные между собой проекционно. Однако на нашем сборочном чертеже вместо главного



Перв. примен.	
Стор. №	

Подп. и дата	
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	



04.025.000СБ

Кондуктор

Сборочный чертеж

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p>04.025.000СБ</p> <p>Кондуктор</p> <p>Сборочный чертеж</p>	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	У	Захарова А.				у	0,63	1:1
Проб.		Савченко Н.В.				Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Копиробан
Формат А3

256

4. Удалите вид спереди:



- ➔ Укажите его внешнюю рамку, при этом она должна выделиться зеленым цветом.
- ➔ Щелчком внутри рамки ПКМ вызовите контекстное меню и выберите в нем команду **Удалить вид**.

5. Выполните фронтальный разрез:

- ➔ Сделайте *Вид сверху* текущим, для этого на панели *Текущее состояние*

откройте список видов и выберите Вид 2  2 .

- ➔ Постройте линию секущей плоскости с помощью команды **Линия раз-**

**реза** , расположенной на панели **Обозначения** .

- ➔ Передвиньте появившийся фантом разреза на место *Вида спереди* и зафиксируйте его.

6. Система выполнила разрез всех деталей (включая болты), независимо есть у них внутренняя поверхность или нет. Исправить это можно следующим образом:

- ➔ Из меню **Вид** вызовите на экран *Дерево построений*.
- ➔ Раскройте содержание ветви *Разрез А-А, Кондуктор*.
- ➔ На пиктограммах тех компонентов, которые на изображении должны быть показаны условно не разрезанными, вызовите контекстное меню

и выберите из него команду **Не разрезать**, затем – **Перестроить** .

7. Аналогичным образом выполните команду **Скрыть** для *Детали-заготовки*.

### Редактирование чертежа

1. Разрушьте макроэлементы всех изображений чертежа:

- ➔ Укажите внешнюю рамку разреза А-А.
- ➔ ПКМ вызовите контекстное меню и выберите в нем команду **Разрушить вид**.

2. Отредактируйте изображения в соответствии с рис. 15:


- ➔ Сотрите след секущей плоскости и обозначение разреза. Это необходимо сделать потому, что в данном случае секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии сборочной единицы и изображения находятся в проекционной связи.
- ➔ Контур *Детали-заготовки* изобразите линией «Штрих – пунктирная с двумя точками».
- ➔ Начертите осевые и центровые линии.
- ➔ Проставьте необходимые размеры.

3. Проставьте номера позиций деталей с помощью команд **Обозначение по-**

**зиций**  и **Выровнять позиции по горизонтали**  и **вертикали** .

расположенных на странице **Обозначения** . При простановке позиций

сначала указывается точка на обозначаемом компоненте сборочного чертежа, а затем точка расположения начала полки. В *Строке параметров* на

вкладке «*Параметры*» выбирается направление полки (вправо , влево



) и направление текста (вверх , вниз ). Также на вкладке

«*Знак*», при необходимости, можно заменить номер позиции. Настройка

высоты номеров позиций выполняется с помощью команды **Сервис – Па-**

**раметры – вкладка Текущий чертеж – Обозначения для машинострое-**

**ния – Обозначения позиций** (выберите высоту шрифта 7 мм).

**Примечание:** Если на сборочном чертеже индивидуального задания необходимо поставить номера позиций болтового соединения, расположенные друг под другом на одной линии-выноске, следует в окне ввести сразу три номера, после каждого нажимая клавишу «Enter».

## **Лабораторная работа № 13. СПЕЦИФИКАЦИЯ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ**

**Цель работы:** Изучение приемов заполнения спецификации в ручном и полуавтоматическом режиме.

**Спецификация** – текстовый документ, определяющий состав сборочной единицы. Она выполняется в виде таблицы на отдельных листах формата А4 в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-79 и ГОСТ 2.108-68.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| 1) документация;      | 5) стандартные изделия; |
| 2) комплексы;         | 6) прочие изделия;      |
| 3) сборочные единицы; | 7) материалы;           |
| 4) детали;            | 8) комплекты.           |

Наличие того или иного раздела определяется составом специфицируемого изделия. Название каждого раздела указывается в виде заголовка в графе «Наименование», подчеркивается и отделяется пустыми строчками.

В разделе «Документация» указывается основной комплект конструкторской документации на специфицируемое изделие.

В разделах «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» указывают обозначения и наименования чертежей комплексов, сборочных единиц и деталей, входящих в специфицируемое изделие.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, примененные по государственным стандартам, отраслевым стандартам, стандартам предприятия. Они перечисляются в алфавитном порядке, в пределах каждого наименования – в порядке увеличения диаметра, а затем – длины.

В раздел «Прочие изделия» вносятся изделия, выполняемые не по основным конструкторским документам, а по техническим условиям.

В раздел «Материалы» указываются все материалы, входящие в сборочную единицу, которые используются в изделии в виде листов, проволоки,

труб и т.п. Материалы записываются в следующей последовательности:

- металлы черные;
- металлы ферромагнитные;
- металлы цветные;
- кабели, провода;
- пластмассы;
- бумажные материалы;
- лаки, краски, прочие

В пределах каждого вида материала запись производится в алфавитном порядке, а в пределах одного наименования в порядке возрастания размеров и других технических параметров.

В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства.

После каждого раздела рекомендуется оставлять несколько резервных строк.

Система проектирования спецификации, являющаяся приложением КОМПАС, предусматривает два режима работы: ручной и автоматический. В ручном режиме все графы заполняются с клавиатуры, а в автоматическом – указанием источника данных.


Спецификация, связанная со сборочным чертежом имеет ряд особенностей:

1. Для формирования спецификации в автоматическом режиме и ее связи со сборочным чертежом на самом сборочном чертеже в разделе «*Описание объектов спецификации*» должна быть создана графическая и текстовая информация о компонентах сборки.
2. Изображения деталей, а также номера позиций должны быть связаны с соответствующими записями в спецификации.
3. Записи в графах Формат и Обозначения должны быть связаны с чертежами самих деталей.
4. Допускается возможность одновременного изменения номеров позиций в спецификации и на сборочном чертеже.
5. Имеется возможность внесения в состав сборочного чертежа из Конструкторской библиотеки стандартных изделий с автоматическим созданием на них номеров позиций и соответствующей записи в спецификации.

**Задание:** Создать спецификацию сборочной единицы «Кондуктор».

- ✓ Создать документ «Спецификация».
- ✓ Построить спецификацию в режиме ручного заполнения.
- ✓ Создайте на сборочном чертеже объекты спецификации.
- ✓ Создайте связи спецификации со сборочным чертежом и чертежами деталей.
- ✓ Постройте спецификацию в автоматическом режиме.



### Создание нового документа

1. Создайте документ «Спецификация» .
2. Выполните настройку стиля (стандартной формы) текстового конструкторского документа.
  - ➔ Выполните цепочку команд меню **Сервис – Параметры**.
  - ➔ В окне «Стиль» из списка выберите название «Простая спецификация».
  - ➔ Закройте окно **ОК**.

На экране появится электронная таблица, похожая на стандартный бланк спецификации, только без основной надписи.

3. Сохраните документ под именем «Кондуктор».



### **Упражнение 1.** Создание спецификации в режиме ручного заполнения

1. Заполните раздел «Документация».
  - ➔ На странице инструментальной панели **Спецификация**  включите команду **Добавить раздел** .
  - ➔ В появившемся окне выберите папку «Документация», дважды щелкнув на ней ЛКМ или нажав кнопку **Создать**.

- ➔ В строку электронной таблицы введите данные, соответствующие рисунку 4.16.

Формат	Зона	Паз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Перв. примен.				Документация		
	A3		04.025.000 СБ	Сборочный чертеж	1	
				Детали		
Справ. №	A3	1	04.025.001	Плита кондукторная	1	
	A4	2	04.025.002	Палец	1	
	A4	3	04.025.003	Втулка	3	
	A4	4	04.025.004	Опора	3	
	A4	5	04.025.005	Прижим	3	
Подп. и дата				Стандартные изделия		
		6		Болт М6 х 30 ГОСТ 7808-70	3	
Подп. и дата						
Инд. № подл.						
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инд. № подл.						
Изм./лист				04.025.000		
№ докум.						
Подп.						
Дата						
Разраб. Захарова А.						
Проб. Савченко Н.В.						
Н.контр. Савченко Н.В.						
Утв.						
Кондуктор				Лит. 1		
				Лит. 1		
				Листов 1		
				СГАУ		
				группа № 1115		
Копировал				Формат А4		

Рис. 4.16. Спецификация сборочной единицы «Кондуктор»

- ➔ Выделите цифровую часть обозначение чертежа (04.025.00) и скопируйте ее в буфер обмена  (копия потребуется для дальнейших многократных вставок обозначений компонентов сборки).
- ➔ Создайте объект .




2. Создайте следующий раздел спецификации – «*Детали*».


➔ Выделите любую свободную строку спецификации щелчком по ней ЛКМ.

➔ Включите команду **Добавить раздел** .

➔ Выберите в окне папку «*Детали*», дважды щелкнув на ней ЛКМ.

➔ Введите первую строку этого раздела. Графу «Обозначение» заполните с помощью параметров, взятых ранее в буфер обмена . Номер позиции пока оставьте тот, который система присвоила компоненту автоматически.

➔ Создайте объект .

➔ Введите следующую запись раздела, выполнив команду **Добавить базовый объект** .

➔ Аналогичным образом введите оставшиеся строки раздела спецификации.

3. Создайте новый раздел спецификации «*Стандартные изделия*».

➔ Включите команду **Добавить раздел** .

➔ Выберите в окне папку «*Стандартные изделия*».

➔ В окне нажмите кнопку «*Шаблон*», затем в появившемся списке выберите раздел «*Крепежные изделия*» и подраздел **Болт**.

➔ Закройте окно «*Список разделов и подразделов*» командой **Создать**.

4. В электронную таблицу вставлен пример стандартной записи параметров болта. Отредактируйте ее с помощью таблицы параметров.

➔ Двойным щелчком ЛКМ на редактируемой записи вызовите таблицу параметров болта (рис. 17).

➔ Щелчком мыши выделите поле **Диаметр** (оно должно стать синего цвета) и введите в него значение 6. Аналогично отредактируйте другие параметры.

➔ Кнопкой **ОК** закройте таблицу.

Примечание: В данной таблице можно изменять параметры, но не удалять их.

Болт																
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Отмена"/> <input type="button" value="Справка"/> <input type="button" value="≤&lt;"/> <input type="button" value="≥&gt;"/> <input type="button" value="Пароль"/> <input type="button" value="Ключи"/> <input type="button" value="Запретить"/> <input type="button" value="Ключ поля"/>																
Но...	Им...	Ис...	Рез...	Ди...		Шаг	По...		Дл...	Кл...	Ма...	По...	ГО...	Но...		Год
1	Болт	1	М	6.00...	х	1.25...	-6g	х	30	.58	.35X	.16	ГОСТ	7808	-	70

Рис. 4.17. Таблица параметров болта

- ➔ Возвратитесь в строку электронной таблицы и уже вручную окончательно отредактируйте запись.

Примечание: Таблица параметров применяется для изменения тех данных, по которым в дальнейшем может идти автоматическая сортировка записей. Кроме того, при **Автоматической сортировке** на инструментальной панели **Текущее состояние** должна быть на-

жата одноименная кнопка .

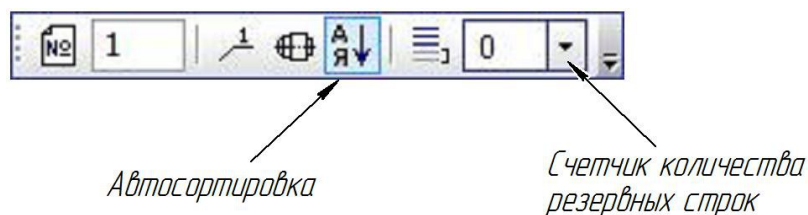




Рис. 4.18. Инструментальная панель «Текущее состояние»


- Если необходимо внести изменения в какую-либо запись, активизируйте ее двойным щелчком ЛКМ.
- Вследствие того, что система при заполнении спецификации оставила резервные строки, номера позиций поставлены с попусками. Поэтому, прежде чем выполнять корректировку номеров позиций, необходимо удалить резервные строки.
  - ➔ Щелчком ЛКМ выделите заголовок раздела «Документация».
  - ➔ В счетчике «Количество резервных строк» (рис. 4.18), расположенном на панели **Текущее состояние**, из списка выберите число 0.

➔ Аналогичным образом удалите резервные строки в других разделах спецификации.

7. Проведите корректировку номеров позиций в спецификации с помощью команды меню **Сервис – Расставить позиции** или команды **Расставить позиции**  Инструментальной панели **Спецификация** .

**Примечание:** Для того, чтобы удалить запись из спецификации, необходимо выделить ее и выполнить клавиатурную команду *<Delete>*, а для удаления раздела необходимо по очереди удалить все объекты, содержащиеся в нем.

8. Заполните основную надпись.

➔ Выполните разметку страницы с помощью одноименной команды , расположенной на Инструментальной панели **Стандартная** (рис. 4.19).

➔ Двойным щелчком мыши активизируйте основную надпись и заполните ее в соответствии с рис. 16.

➔ Создайте объект .



Рис. 4.19. Инструментальная панель «Стандартная»

9. Сохраните документ .

**Примечание:** При необходимости возврата в режим заполнения спецификации необходимо выполнить команду Инструментальной панели **Стандартная – Нормальный режим** (рис. 19).

## Упражнение 2. Создание спецификации, связанной со сборочным чертежом

1. Откройте ранее выполненный документ «Кондуктор. Сборочный чертеж» и сохраните его под именем «Кондуктор. Подчиненный режим спецификации».
2. Создайте на сборочном чертеже описание объектов спецификации.
  - ➔ Выполните цепочку команд меню **Спецификация – Управление описаниями спецификаций**.
  - ➔ В окне «Управление описаниями» включите команду **Добавить описание**, а в окне «Описание текущей спецификации» выберите из списка стиль – «Простая спецификация ГОСТ 2.106-96» (рис. 4.20).

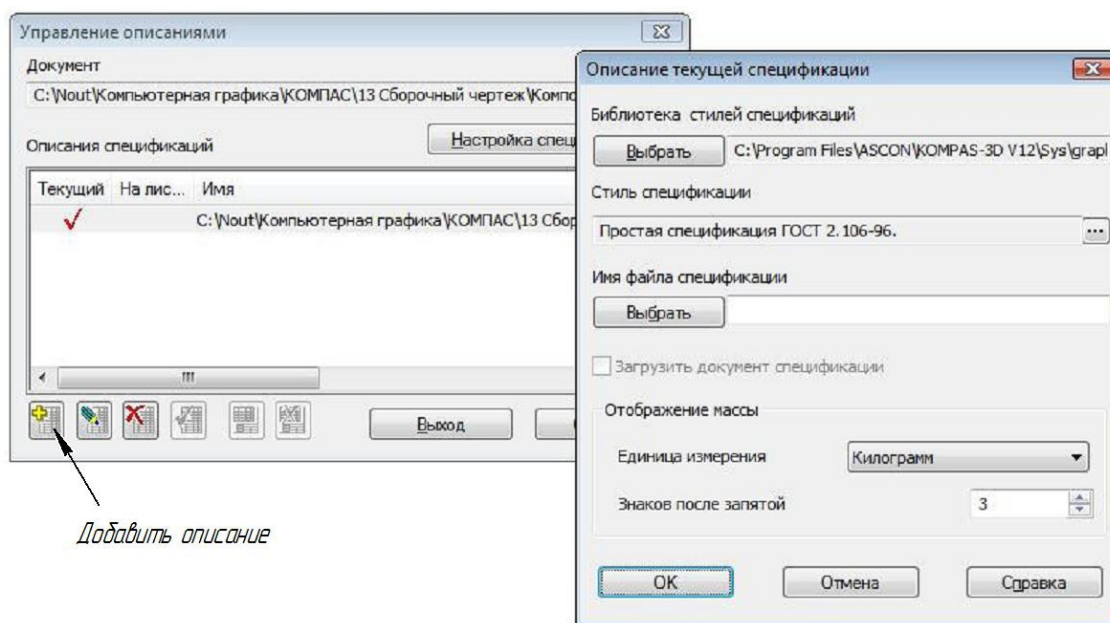


Рис.4. 20. Окна создания описания спецификаций


- ➔ Закройте окна, нажав кнопки **ОК** и **Выход**.
3. Введите данные об объектах спецификации по разделам «Детали» и «Стандартные изделия».

### Примечание:

1. Под объектом спецификации подразумевается вся строка (или несколько строк) электронного бланка спецификации, относящаяся к одному специфицируемому объекту сборочной единицы. Они могут быть базовыми или вспомогательными.

2. Последовательность ввода объектов не имеет значения, так как система сама в последующем проведет их сортировку.

➔ Выполните команды меню **Спецификация – Добавить объект** или

воспользуйтесь командой **Добавить объект спецификации** , рас-

положенной на Инструментальной панели **Спецификация** .

➔ В окне выберите раздел «Детали» и нажмите кнопку **Создать**.

➔ Установите курсор в графу «Наименование» и введите название первой детали «Плита кондукторная». Остальные графы оставьте без изменения.

➔ Нажмите кнопку **ОК**.



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		1/		Плита кондукторная	1	

OK Отмена Справка

Рис. 4.21. Окно «Объект спецификации»

**Примечание:** Объект спецификации появляется на экране в виде его текстовой части, размещенной в строке спецификации.

Бланк спецификации является частью файла сборочного чертежа, не являясь самостоятельным файлом (подчиненный режим спецификации).

➔ Аналогичным образом введите названия других деталей.



4. Откройте описание спецификации с помощью команд меню **Специфика-**

**ция – Редактировать объекты** или одноименной команды .

5. Выведите на экран одновременно окно «Описание спецификации» и сам сборочный чертеж, выполнив команды **Окно – Мозаика вертикально**.

6. Создайте связь между изображениями деталей на чертеже и соответствующим объектом спецификации.

➔ Выделите на чертеже позицию *1*, относящуюся к кондукторной плите и соответствующую строку в спецификации. На инструментальной пане-

ли **Спецификация**  включите команду **Редактировать состав объекта** .

➔ В появившемся окне нажмите кнопку **Добавить**.

➔ Аналогично выполните увязку позиций и для других деталей.

7. Постройте **Спецификацию** и подключите к ней **Сборочный чертеж**.

➔ Создайте документ «**Спецификация**» .

➔ Выполните команды меню **Формат – Настройка спецификации**.

➔ Сравните наличие включенных флажков на вкладке «**Настройка**» в окне «**Настройка спецификаций**» с рис. 4.22.

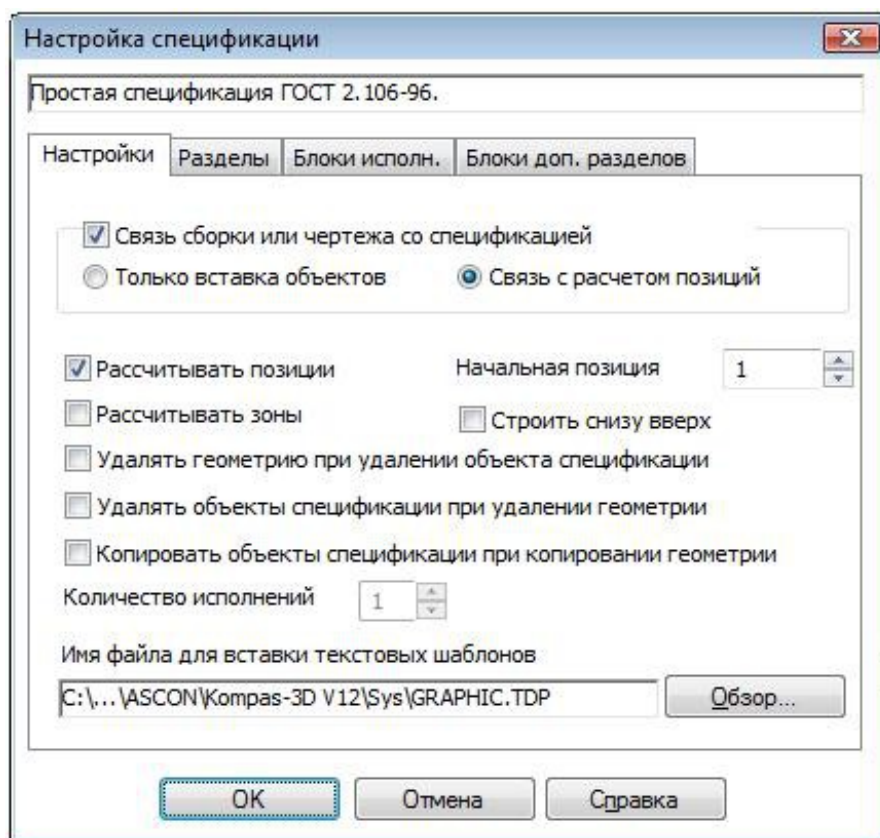


Рис. 4.22. Окно «Настройка спецификации»

➔ Закройте окно кнопкой **ОК**.

На экране появится пустой бланк **Спецификации**.

➔ Вызовите контекстное меню щелчком ПКМ на нем и выберите из списка раздел «**Управление чертежами сборки**».



- ➔ В открывшемся окне активизируйте команду **Подключить документ** (рис. 4.23).
- ➔ Подключите файл «Кондуктор. Подчиненный режим», выбрав его из списка следующего окна.
- ➔ Вернитесь в предыдущее окно и закройте его кнопкой **Выход**.

Теперь бланк Спецификации автоматически заполнится введенными ранее в сборочный чертеж данными.

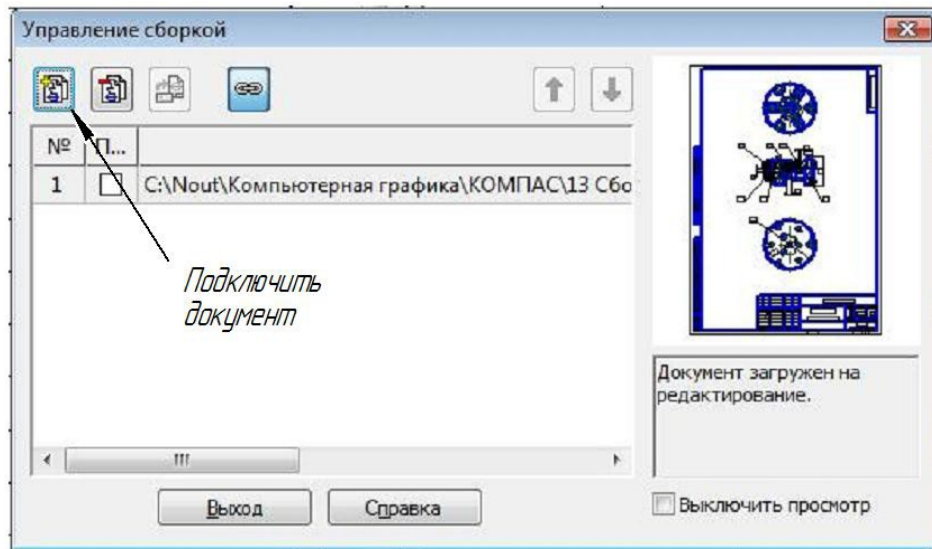



Рис. 4.23. Окно «Управление сборкой»

8. Отредактируйте номера позиций сборочного чертежа и спецификации.
  - ➔ При несовпадении номеров позиций на спецификации и на сборочном чертеже выполните команду меню **Сервис – Синхронизировать данные**.
  - ➔ Удалите резервные строки в спецификации для того, чтобы номера позиций в спецификации начинались с цифры 1 (см. *Упражнение 1*, п. 6).
9. Создайте связь между чертежами деталей, входящих в сборочную единицу, и спецификацией.
  - ➔ Выделите строку «Плита кондукторная».
  - ➔ В *Строке параметров* на вкладке «Документы» откройте окно **Добавить документы** и в нем откройте файл с именем «Плита кондукторная».



В результате автоматически будут заполнены графы спецификации «*Формат*» и «*Обозначения*».

➡ Аналогично завершите ввод объектов спецификации для других компонентов сборочного чертежа.

10. Добавьте в спецификацию раздел «*Документация*» и подключите к нему сборочный чертеж.
11. Заполните основную надпись спецификации (см. *Упражнение 1*, п. 8).
12. Сохраните документ  и закройте *Спецификацию*.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. КОМПАС – 3D для Windows. Практическое руководство. Часть 1:.. – М.: АО АСКОН, 2001 – 474 с.
2. Бабулин, Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: Учебник для профессиональных учебных заведений. – 10-е изд., перераб. и доп.. – М.: Высш. шк., 1998. – 367 с.
3. Кудрявцев, Е. М. Практикум по КОМПАС – 3D: Машиностроительные библиотеки. / Е.М. Кудрявцев. – М.: ДМК Пресс, 2007 – 440 с.
4. Лагерь, А .И. Инженерная графика: Учебник / А. И. Лагерь. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2006 – 335 с.
5. Новичихина Л. И. Справочник по техническому черчению / Л.И. Новичихина. – Мн.: Книжный Дом, 2005. – 320 с.
6. Потемкин А. Инженерная графика. Просто и доступно / А. Потемкин – М.: Изд. «Лори», 2000 – 492 с.
7. Чекмарев А. А. Справочник по машиностроительному черчению. / А.А. Чекмарев, В. К. Осипов. – 2-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2001. – 493 с.
8. ГОСТ 2.109-73. ЕСКД. Основные требования к чертежу.
9. ГОСТ 2.307-68. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
10. ГОСТ 2.309-73. ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей.
11. ГОСТ 2789-73. ЕСКД. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
12. Построение компьютерного чертежа детали в системе ADEM: методические указания / В. Н. Гаврилов. – Самара: СГАУ, 2003. – 39 с.
13. Построение компьютерного чертежа детали в системе КОМПАС - График: методические указания / Н. В. Савченко. – Самара: СГАУ, 2005. – 40

## Оглавление

<b>БЛОК 1. ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА В КОМПАС-ГРАФИК. БЫСТРЫЙ СТАРТ .....</b>	<b>6</b>
<b>БЛОК 2. СОЗДАНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ .....</b>	<b>48</b>
<b>БЛОК 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА .....</b>	<b>74</b>
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИМИТИ- ВОВ .....</b>	<b>76</b>
1.1.Открытие графического редактора КОМПАС-График .....	76
1.2.Содержание окна КОМПАС-График .....	77
Строка заголовка .....	77
Рабочая область окна .....	77
Строка Падающих меню .....	77
Панель управления .....	79
Панель инструментов .....	79
Панель специального управления .....	82
Строка параметров .....	83
Строка текущего состояния .....	83
Строка сообщений .....	83
1.3.Сохранение чертежа и завершение работы .....	84
Сохранение чертежа .....	84
Завершение работы .....	84
1.4.Открытие файла и создание нового документа .....	85
Открытие файла чертежа .....	85
Создание нового документа .....	85
1.5.Ввод координат параметров .....	86
Способы ввода параметров .....	86
Привязки .....	86
1.6.Системы координат .....	88
Абсолютная система координат .....	88
Локальная система координат .....	88
Команда построения Точки .....	90
Команда построения Отрезка .....	91
Команда Окружность .....	94
Команда Прямоугольник .....	94
Команды Скругление и Фаски .....	95
Команда Вспомогательная прямая .....	98
Команда Непрерывный ввод объектов .....	98
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. РЕДАКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ЧЕРТЕЖА. 102</b>	
Выделение объектов с помощью мыши .....	102
Выделение объектов с помощью команд меню .....	103
Редактирование объектов .....	104
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. ПОСТРОЕНИЕ ЦИРКУЛЬНОГО СОПРЯЖЕНИЯ .....</b>	<b>113</b>

<b>Упражнение 1. Построение контура детали.....</b>	<b>119</b>
Создание нового документа «Фрагмент».....	119
Построение сопрягаемых окружностей.....	119
Построение сопряжений.....	122
Обводка контура детали.....	126
Создание документа типа «Чертеж».....	131
Простановка размеров.....	133
 <b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ.....</b>	 <b>136</b>
<b>Упражнение 1 Построение вида сверху.....</b>	<b>137</b>
Создание нового документа.....	137
Создание нового вида.....	137
Построение предварительного контура.....	138
Редактирование контура.....	139
Построение отверстий.....	141
 <b>Упражнение 2. Построение фронтального разреза.....</b>	 <b>143</b>
Создание нового вида.....	143
Построение вспомогательных прямых.....	144
Построение контура левой стороны разреза.....	145
Построение правой части разреза.....	149
Штриховка разреза А-А.....	152
 <b>Упражнение 3. Построение выносного элемента.....</b>	 <b>153</b>
Создание нового вида.....	153
Копирование фрагмента в буфер обмена.....	154
Редактирование выносного элемента.....	156
 <b>Упражнение 4. Простановка размеров и окончательное оформление чертежа.....</b>	 <b>157</b>
Простановка размеров.....	157
Обозначение ломаного разреза и выносного элемента. Работа с текстом.....	159
Простановка значений шероховатости.....	161
Ввод технических требований.....	162
Заполнение основной надписи.....	162
 <b>ВЫВОД ДОКУМЕНТА НА ПЕЧАТЬ.....</b>	 <b>163</b>
 <b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. РАБОТА С БИБЛИОТЕКАМИ. ПОСТРОЕНИЕ БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ.....</b>	 <b>166</b>
<b>Упражнение 1. Построение изображений соединяемых деталей.....</b>	<b>167</b>
Создание нового документа.....	167
Создание нового вида.....	167
Построение фронтального разреза.....	169
 <b>Упражнение 2. Работа с прикладной библиотекой крепежных элементов.....</b>	 <b>172</b>
Подбор элементов болтового соединения.....	172
 <b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. РАБОТА С БИБЛИОТЕКОЙ ПРОЕКТИРОВА-</b>	
<b>НИЯ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ SHAFT 2D. ....</b>	<b>176</b>
 <b>ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ «ВАЛ – ШЕСТЕРНЯ».....</b>	 <b>176</b>
<b>Упражнение 1. Построение двухмерного изображений детали «Вал».....</b>	<b>178</b>
Построение тела вращения с помощью расчетного модуля Shaft 2D.....	178
 <b>Упражнение 2. Окончательное оформление чертежа. Построение таблицы параметров.....</b>	 <b>183</b>

Работа с библиотекой Конструктивных элементов.....	184
Построение таблицы параметров цилиндрического зубчатого венца.....	186
Создание нового документа .....	187
Создание нового вида.....	187
Работа с фрагментами чертежа.....	188
<b>ОСНОВЫ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....</b>	<b>191</b>
Основные принципы построения модели детали.....	195
Упражнение 1. Построение модели детали «Геометрическое тело».....	201
Упражнение 2. Построение модели детали «Корпус».....	207
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ОПЕРАЦИЯМИ ВРАЩЕНИИ.....</b>	<b>211</b>
Упражнение 1. Построение пространственной модели детали «Шкив».....	213
Упражнение 2. Построение пространственной модели детали с использованием операции «Вырезать вращением».....	216
Упражнение 3. Построение пространственной модели детали с использованием операции «Вырезать вращением».....	217
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ ОПЕРАЦИЯМИ .....</b>	<b>218</b>
Упражнение 1. Построение модели цилиндрической пружины сжатия.....	219
Упражнение 2. Построение модели внешней метрической резьбы.....	222
Упражнение 3. Построение модели детали с внутренней метрической резьбой.....	226
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ ВИДОВ.....</b>	<b>227</b>
Упражнение 1. Построение аксонометрического изображения детали «Шкив».....	230
Упражнение 2. Построение ассоциативных видов детали «Корпус».....	232
Создание нового документа.....	232
Алгоритм создания ассоциативных видов.....	232
Алгоритм построения разреза на ассоциативных видах.....	234
Замещение вида разрезом. Изменение состояния вида.....	235
Построение местного вида.....	236
<b>ПОСТРОЕНИЕ ВЫНОСНОГО ЭЛЕМЕНТА.....</b>	<b>237</b>
Окончательное редактирование чертежа.....	238
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11 СОЗДАНИЕ ОБЪЕМНОЙ МОДЕЛИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ.....</b>	<b>241</b>
Упражнение 1. Вставка в сборочную единицу компонентов из файлов.....	244
Создание нового документа.....	245
Добавление компонентов из файлов.....	245
Позиционирование компонентов сборки относительно основной детали.....	246
Упражнение 2. Вставка в сборочную единицу моделей стандартных изделий из библиотеки.....	249

<b>Упражнение 3. Редактирование модели сборки.....</b>	<b>251</b>
Создание массивов компонентов.....	251
Выполнение четвертного разреза .....	252
 <b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ВИДА СБО-</b>	
<b>РОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ИЗ ОБЪЕМНОЙ МОДЕЛИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ.....</b>	<b>255</b>
 <b>Упражнение 1. Создание ассоциативного сборочного чертежа.....</b>	<b>258</b>
Создание изображений.....	258
Редактирование чертежа.....	260
 <b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13. СПЕЦИФИКАЦИЯ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ</b>	
<b>.....</b>	<b>262</b>
Создание нового документа.....	264
 <b>Упражнение 1. Создание спецификации в режиме ручного заполнения.....</b>	<b>264</b>
 <b>Упражнение 2. Создание спецификации, связанной со сборочным чертежом.....</b>	<b>269</b>
 <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>274</b>

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЁВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

**Средства текущего контроля знаний студентов  
по начертательной геометрии**

Электронные контрольные материалы

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование  
образовательной деятельности» Программы развития СГАУ  
на 2009 – 2018 годы по проекту Разработка стандарта НИУ  
«Производство изделий на предприятиях аэрокосмического кластера»  
Соглашение № 1/5 от 03 июня 2013 г.

Самара  
2013



Составитель: **Иващенко Владимир Иванович**

**Средства текущего контроля знаний студентов по начертательной геометрии** [Электронный ресурс]: электрон. контрольные матер. / В. И. Иващенко; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королёва (нац. исслед. ун-т) – Электрон. и граф. дан. (150 Кбайт). – Самара, 2013. – 1 эл. опт. Диск. (CD-ROM).

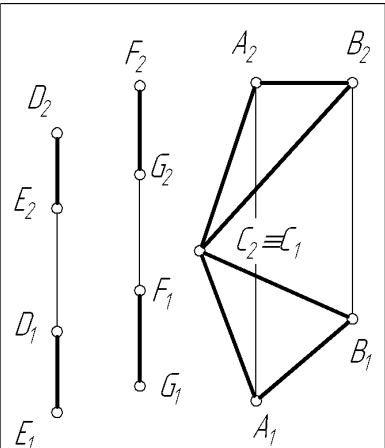
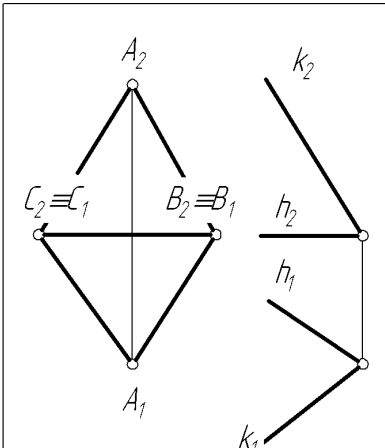
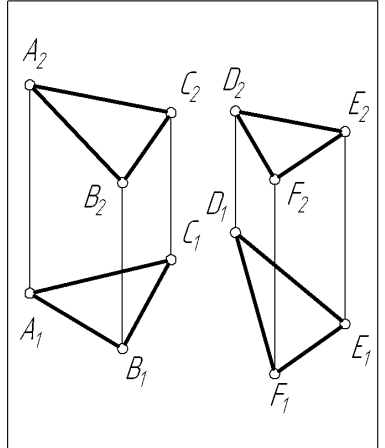
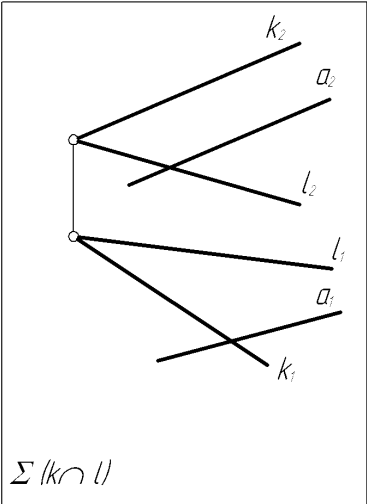
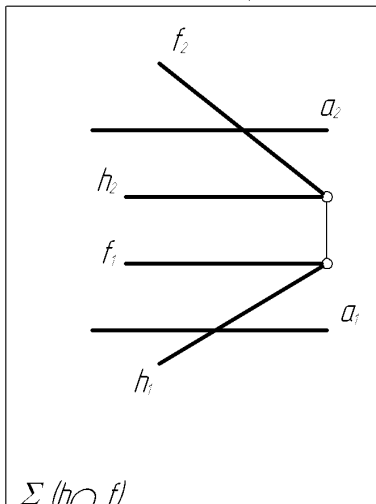
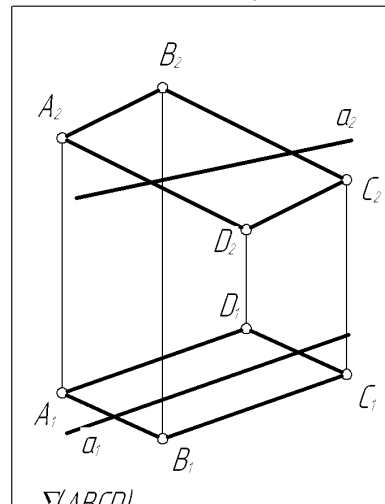
Содержат билеты контрольной работы по темам «Пересечение плоскостей», «Пересечение прямой с плоскостью».

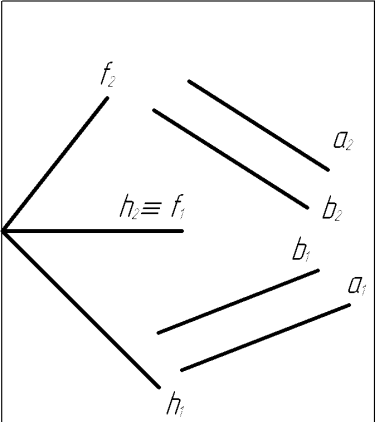
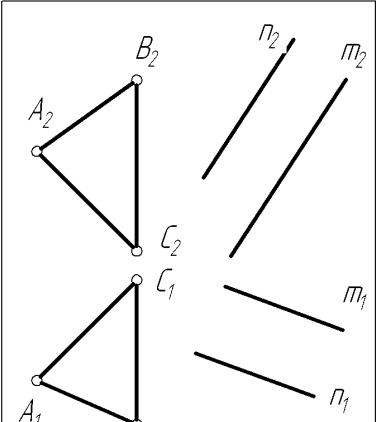
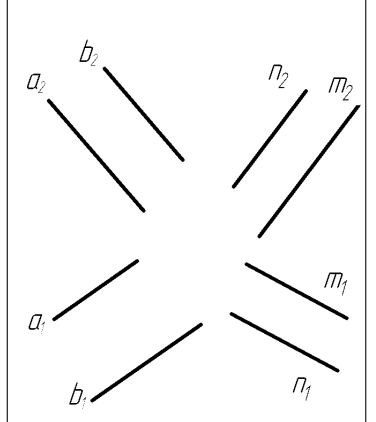
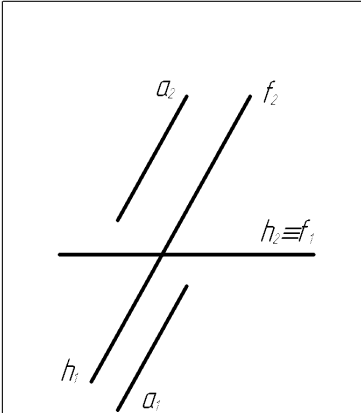
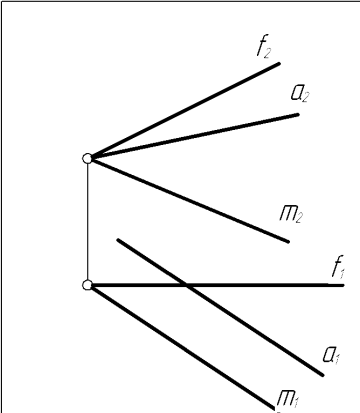
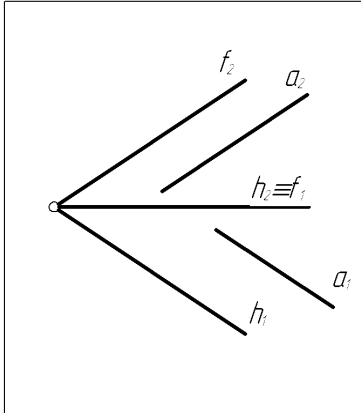
Материалы разработаны на кафедре инженерной графики и предназначены для подготовки бакалавров направлений 150400 «Металлургия», 150700 «Машиностроение», 152200 «Наноинженерия» «Инженерно-технологического факультета», изучающих дисциплину «Начертательная геометрия» в 1 семестре.

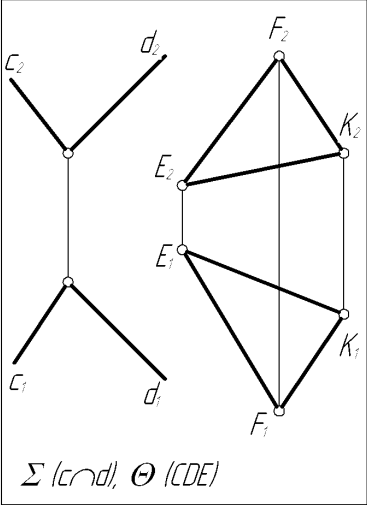
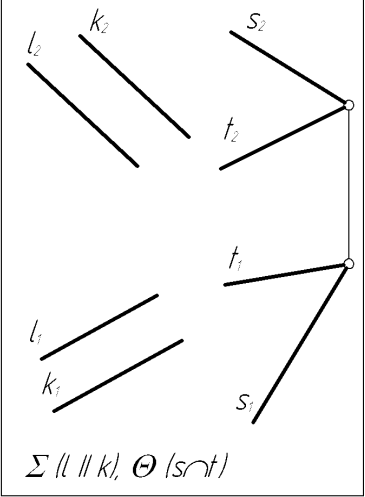
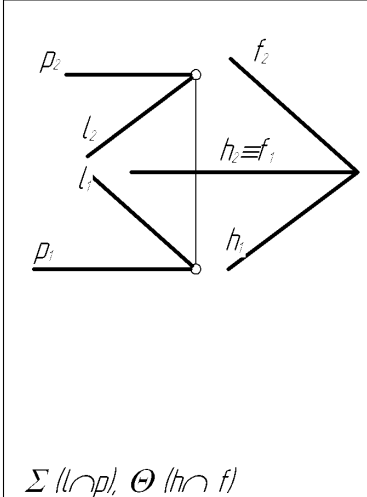
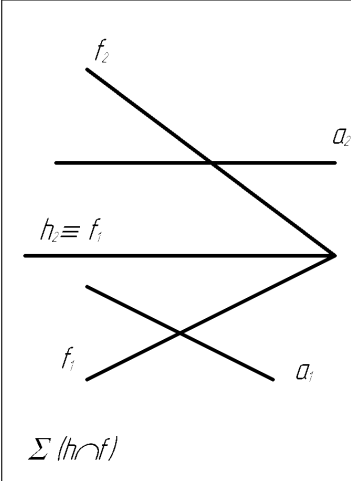
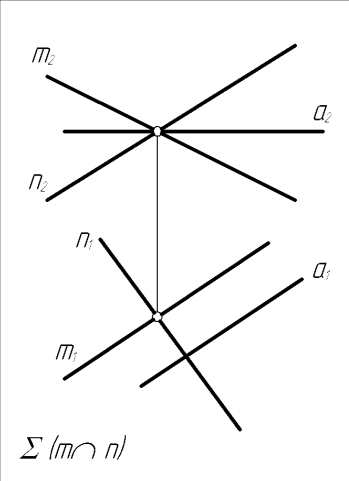
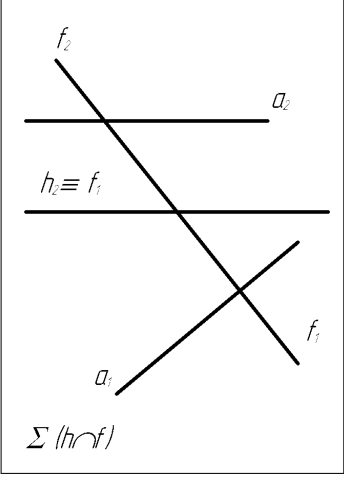
Билеты разработаны на основе учебного пособия: Сборник задач по начертательной геометрии. Ч. 4. База данных: учеб. пособие / [Н. В. Савченко и др.]. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 206 с.

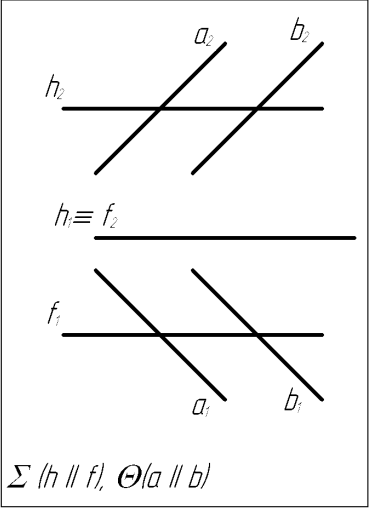
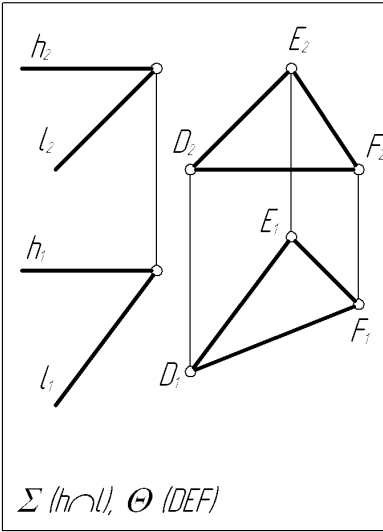
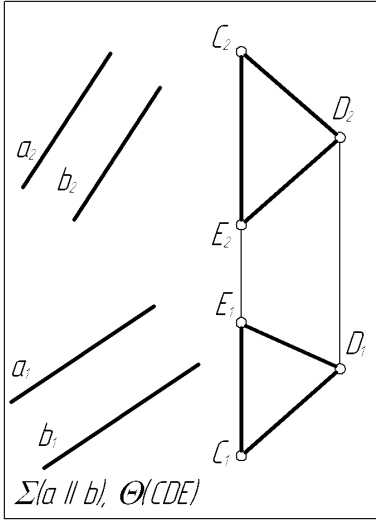
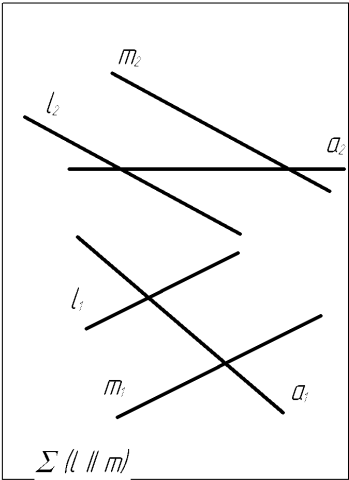
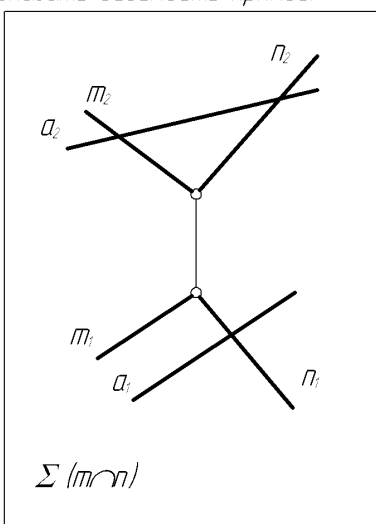
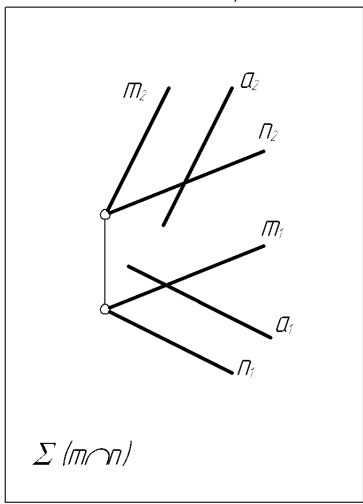
© В. И. Иващенко, 2013

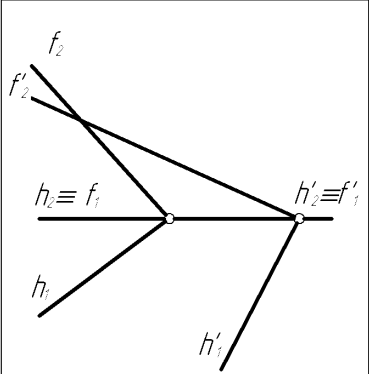
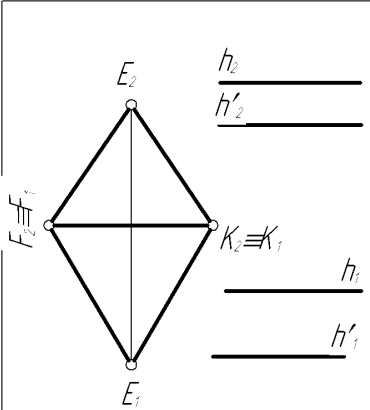
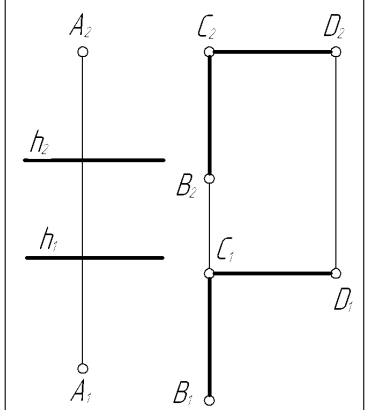
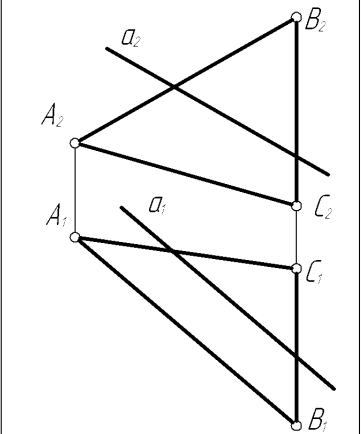
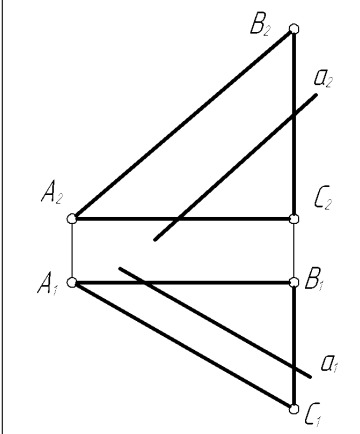
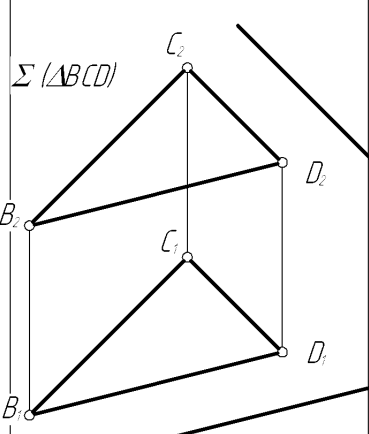
© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2013

<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №1</p>	<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №2</p>	<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №3</p>
<p>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma(ABC), \Theta(DE \parallel FG)</math></p>	<p>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma(ABC), \Theta(h \cap k)</math></p>	<p>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma(ABC), \Theta(DEF)</math></p>
<p>Т10.2. Построить точку пересечения прямой <math>a</math> с плоскостью <math>\Sigma</math> Показать видимость прямой.</p>  <p><math>\Sigma(k \cap l)</math></p>	<p>Т10.2. Построить точку пересечения прямой <math>a</math> с плоскостью <math>\Sigma</math> Показать видимость прямой.</p>  <p><math>\Sigma(h \cap f)</math></p>	<p>Т10.2. Построить точку пересечения прямой <math>a</math> с плоскостью <math>\Sigma</math> Показать видимость прямой.</p>  <p><math>\Sigma(ABCD)</math></p>

<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №4</p>	<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №5</p>	<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №6</p>
<p><i>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</i></p>  <p><math>\Sigma(h \cap f), \Theta(a \parallel b)</math></p>	<p><i>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</i></p>  <p><math>\Sigma(ABC), \Theta(n \parallel m)</math></p>	<p><i>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</i></p>  <p><math>\Sigma(a \parallel b), \Theta(n \parallel m)</math></p>
<p><i>Т10.2. Построить точку пересечения прямой а с плоскостью <math>\Sigma</math> Показать видимость прямой.</i></p>  <p><math>\Sigma(h \cap f)</math></p>	<p><i>Т10.2. Построить точку пересечения прямой а с плоскостью <math>\Sigma</math> Показать видимость прямой.</i></p>  <p><math>\Sigma(f \cap m)</math></p>	<p><i>Т10.2. Построить точку пересечения прямой а с плоскостью <math>\Sigma</math> Показать видимость прямой.</i></p>  <p><math>\Sigma(h \cap f)</math></p>

<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №7</p>	<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №8</p>	<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №9</p>
<p>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma (C_1 D_1 F_1), \Theta (C_2 D_2 F_2)</math></p>	<p>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma (l_1 \parallel k_1, \Theta (s_1 t_1))</math></p>	<p>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma (l_1 \cap p_1), \Theta (h_1 \cap f_1)</math></p>
<p>Т10.2. Построить точку пересечения прямой а с плоскостью Σ Показать видимость прямой.</p>  <p><math>\Sigma (h_1 \cap f_1)</math></p>	<p>Т10.2. Построить точку пересечения прямой а с плоскостью Σ Показать видимость прямой.</p>  <p><math>\Sigma (m_1 \cap n_1)</math></p>	<p>Т10.2. Построить точку пересечения прямой а с плоскостью Σ Показать видимость прямой.</p>  <p><math>\Sigma (h_1 \cap f_1)</math></p>

<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №10</p>	<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №11</p>	<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №12</p>
<p>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma (h \parallel f), \Theta(a \parallel b)</math></p>	<p>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma (h r l), \Theta(DEF)</math></p>	<p>Т9.2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma(a \parallel b), \Theta(CDE)</math></p>
<p>Т10.2. Построить точку пересечения прямой а с плоскостью <math>\Sigma</math> Показать видимость прямой</p>  <p><math>\Sigma (l \parallel m)</math></p>	<p>Т10.2. Построить точку пересечения прямой а с плоскостью <math>\Sigma</math> Показать видимость прямой.</p>  <p><math>\Sigma (m r n)</math></p>	<p>Т10.2. Построить точку пересечения прямой а с плоскостью <math>\Sigma</math> Показать видимость прямой.</p>  <p><math>\Sigma (m r n)</math></p>

<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №13</p>	<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №14</p>	<p>Кафедра инженерной графики СГАУ Начертательная геометрия Контрольная работа №1 Билет №15</p>
<p>Т9.2 Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma(h_1 f_1), \Theta(h_2 f_2)</math></p>	<p>Т9.2 Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma(FEK), \Theta(h \parallel h')</math></p>	<p>Т9.2 Построить линию пересечения плоскостей, заданных на КЧ</p>  <p><math>\Sigma(A, h), \Theta(BCD)</math></p>
<p>Т10.2 Построить точку пересечения прямой а с плоскостью Σ Показать видимость прямой</p>  <p><math>\Sigma(ABC)</math></p>	<p>Т10.2 Построить точку пересечения прямой а с плоскостью Σ Показать видимость прямой</p>  <p><math>\Sigma(ABC)</math></p>	<p>Т10.2 Построить точку пересечения прямой а с плоскостью Σ Показать видимость прямой</p>  <p><math>\Sigma(ABCD)</math></p>

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЁВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

**Аттестационно-педагогические измерительные материалы  
для проверки остаточных знаний  
по разделу «Инженерная и компьютерная графика»**

Электронные измерительные материалы

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование  
образовательной деятельности» Программы развития СГАУ  
на 2009 – 2018 годы по проекту Разработка стандарта НИУ  
«Производство изделий на предприятиях аэрокосмического кластера»  
Соглашение № 1/5 от 03 июня 2013 г.

Самара  
2013



Составитель: **Иващенко Владимир Иванович**

**Аттестационно-педагогические измерительные материалы для проверки остаточных знаний по разделу «Инженерная и компьютерная графика» [Электронный ресурс]:** электрон. контрольные матер. / В. И. Иващенко; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королёва (нац. исслед. ун-т) – Электрон. и граф. дан. (150 Кбайт). – Самара, 2013. – 1 эл. опт. Диск. (CD-ROM).

Содержат теоретические и практические материалы для повторения и тестовые задания с указанием правильных ответов.

Материалы разработаны на кафедре инженерной графики и предназначены для подготовки бакалавров направлений 150400 «Металлургия», 150700 «Машиностроение», 152200 «Наноинженерия» «Инженерно-технологического факультета», изучающих дисциплину «Инженерная и компьютерная графика» во 2 семестре.

Тестовые задания разработаны на основе учебного пособия: П. Г. Талалай Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 250 с.

© В. И. Иващенко, 2013  
© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2013

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

### Окно программы

Напомним, что в программе КОМПАС-3D различают 6 типов документов: объемную сборку (3D-модель сборочной единицы), объемную деталь (3D-модель детали), чертеж, фрагмент, текстовый документ и спецификацию. В зависимости от типа документа на экран выводится информация, необходимая для решения текущей задачи.

Общими для всех задач являются: *Заголовок окна* (в нем отображается версия системы, путь, имя и тип документа); *Строка меню*; *Панель управления*; *Инструментальная панель* (на ней располагается *Панель переключения* и *страница Инструментальной панели*, для некоторых операций открывается *Панель расширенных команд*); *Строка параметров*; *Строка текущего состояния*; *Строка сообщений*; *Окно документа*.

Для объемных моделей деталей и сборочных единиц характерно наличие *Дерева построения* и окна *Параметров операции*. В Дереве построения фиксируется последовательность формирования модели. Все окна имеют стандартные Windows - манипуляторы. Дерево построения можно отключать и подключать через меню Сервис.

### Основные команды (см. кнопки на Панели управления)

*Новая деталь* - начать работу над новой моделью детали;

*Новая сборка* - начать работу над новой моделью сборочной единицы;

*Сохранить документ* - записать модель в файл;

*Открыть документ* - загрузить модель из файла;

Модель детали хранится в файле типа \*.m3d, а модель сборки - в файле \*.a3d.

### Режимы просмотра модели

(для изучения откройте документ *Корпус* из папки *База-Кран сливной*)

*Каркас*, - показать все ребра модели;

*Без невидимых линий* - показать только видимые ребра модели;

*Невидимые линии тонкие* - показать все ребра модели, но невидимые ребра отобразить тонкими линиями;

*Полупрозрачное* - показать непрозрачную поверхность модели;

*Перспектива* - в любом из перечисленных режимов включить перспективное отображение модели; для отключения нажать кнопку повторно.

*Увеличить масштаб рамкой*, *Увеличить масштаб*, *Уменьшить масштаб*, *Показать все* - изменить масштаб просмотра (см. значение в строке параметров).

*Сдвинуть* - переместить модель в окне документа, удерживая левую клавишу мыши; для завершения нажать *Стоп*.

*Повернуть* - развернуть модель, удерживая левую клавишу мыши; для завершения нажать *Стоп*. Сравните эффект поворота модели при указании различных ее точек в качестве центра поворота.

Откройте меню *Окно* (в строке меню) и убедитесь, что открыт один документ (Корпус). Включите команду *Новое окно детали*. Обратите внимание на то, как в меню *Окно* изменился список открытых документов. Еще два раза повторите это действие. Таким образом, одна и та же модель будет открыта в 4-х окнах. Для одновременного просмотра всех окон включите меню *Окно*, задержите курсор на строке *Мозаика* и включите режим *Окна одной детали*. Для перехода в любое из наблюдаемых окон укажите на него мышью.


Войдите в левое верхнее окно модели Корпус. В строке текущего состояния найдите окно *Ориентация* и выберите из списка *#Спереди*. Войдите в левое нижнее окно


и установите ориентацию **#Сверху**. В верхнем правом окне установите ориентацию **#Слева**, а в нижнем правом - **#Изометрия**. Любое окно можно развернуть до размеров рабочего поля программы или закрыть с помощью стандартного манипулятора. Закройте все окна модели Корпус, за исключением окна **#Изометрия**.


### Пространственные привязки


(изучите на примере модели Корпус в режиме **#Изометрия**)

 \* - вершина;

 - ребро;

 - грань;

 плоскость проекций или смещенная;

 - ось.

Здесь грань - это любая поверхность, в том числе и цилиндрическая Ребро - любая линия, являющаяся границей поверхностей.

### Общие принципы объемного моделирования

Для получения сложной геометрической формы последовательно выполняют операции с простыми объемными фигурами. Сначала создают основание - базовый элемент модели. Затем к основанию приклеивают или из основания вырезают другие объемные фигуры.

В программе (системе) КОМПАС-3D различают 4 типа операций: выдавливание, вращение, кинематическую операцию и преобразование сечений. В соответствии с этим, основание модели можно сформировать выдавливанием, вращением, кинематическим движением и соединением заданных сечений. Точно так же к основанию приклеивают или из основания вырезают объемы, получаемые выдавливанием, вращением, кинематическим движением и соединением заданных сечений. Резьбовые поверхности в объемных моделях условно представляются гладкими цилиндрическими или коническими.

Кроме того, программа КОМПАС-3D предлагает пользователю средства для редактирования моделей: выполнения скруглений, фасок, оболочки, копирования элементов и т.п. Одно из достоинств программы - возможность параметризации, а также использования моделей - заготовок и библиотек. Опытный пользователь выбирает наиболее рациональный путь, учитывающий предполагаемую модернизацию изделия. В данной работе вопросы оптимизации моделирования не рассматриваются.

Суть каждой операции объемного моделирования состоит в перемещении плоских контуров, которые вычерчивают на эскизе. Эскиз является плоским изображением, поэтому для его создания необходимо выбрать плоскость. В качестве плоскости для эскиза можно использовать:

- ~ Фронтальную, Горизонтальную и Профильную плоскости проекций (см. Дерево построения);

- ~ плоские грани созданного фрагмента модели, например основания;

- ~ "смещенные" плоскости, которые располагаются параллельно или с наклоном к плоскостям проекций.

Стиль линии контура на эскизе играет особую роль:

- ось вращения для операций Вращения, Приклеить вращением и Вырезать вращением - стиль Осевая;

- образующая и сечение - стиль Основная;

- вспомогательные фигуры - любой стиль, кроме указанных.

## Настройки

Начиная работу над моделью, рекомендуется установить (проверить) наиболее важные настройки.

### Настройка толщины линий

В режиме объемного моделирования или при создании плоского эскиза откройте меню **Настройка** и включите пункт **Настройка системы**. Откройте раздел **Графический редактор**. В нем выделите пункт **Системные линии**. В разделе "Толщина" установите для "Тонкая" значение 1 пиксель, "Основная" - 2, "Утолщенная" - 3.

В разделе "Цвет" выберите цвет стиля, например, "Тонкая" и "Осевая" - черный, "Основная" - синий, "Утолщенная" - бирюзовый. Для редактирования цвета щелкните на изображении нужной линии. Для завершения включите кнопку **ОК**.

### Настройка параметров размеров

Откройте **Настройка / Настройка системы / Графический редактор**. Выделите пункт **Параметры новых размеров**. В разделе "Вписывать в надпись" отключите окна **Квалитет** и **Отклонения**. Для завершения включите кнопку **ОК**.

### Настройка привязок для эскизов и чертежей

Откройте **Настройка / Настройка системы / Графический редактор**. Выделите пункт **Привязки**. В списке привязок включите **Ближайшая точка, Середина, Пересечение**. Для идентификации привязки включите **Отображать текст**. Включите мышью **ОК**. Непосредственно в процессе работы используют экранную кнопку **Привязки (Установка глобальных привязок)**.

### Настройка режима параметризации

Войдя в режим создания эскиза для формирования объемной модели (то есть после включения кнопки **Новый эскиз**), откройте меню **Настройка** и включите пункт **Параметры текущего эскиза**. Откройте раздел **Параметризация**. В окне "Ассоциировать при вводе" включите "флажком" **Размеры, Эквидистанты, Обозначения центра**. В окне "Параметризовать" включите **Все**. Включите также "флажком" **Фиксировать размеры**. Включите мышью **ОК**.

### Параметризация эскизов

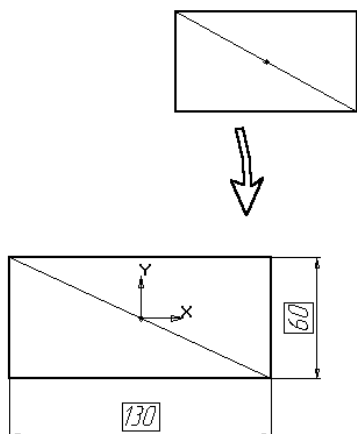
Параметризация эскизов связана с наложением на геометрические фигуры связей и ограничений. Если на эскизе проставлен параметрический размер (в красной рамке), то заданием нового размерного числа - параметра - можно редактировать изображение, не изменяя каждую кривую или точку в отдельности. Признак полной успешной параметризации эскиза: изображение можно изменить только введением новых значений размеров.

Параметризация эскиза не является обязательной. Однако и в тех случаях, когда изменение геометрии не планируется, это удобно, так как позволяет строить предварительные контуры без точного соблюдения размеров. Выясним это в упражнениях.

**Упражнение №1.** Создать на эскизе параметрический прямоугольник, у которого центр всегда остается в начале координат. По своему смыслу прямоугольник может служить проекцией плиты в основании какой-либо корпусной детали.

На Панели управления включите кнопку **Новая деталь**. в Дереве построения выделите **Горизонтальная плоскость**. В окне Ориентация выберите **#Нормально к...** На панели управления включите **Новый эскиз**. На открытой инструментальной странице **Геометрические построения** включите инструмент **Ввод прямоугольника**.

В окне стилей выберите **Основная** и постройте произвольный прямоугольник где-нибудь выше и правее начала координат (см. верхнюю фигуру на рисунке). Включите



инструмент **Ввод отрезка**, в окне стилей выберите **Тонкая** и постройте диагональ прямоугольника, используя привязки. Включите инструмент **Ввод точки** и постройте точку посередине диагонали.

Откройте страницу **Размеры и технологические обозначения**, включите инструмент **Линейный размер** и нанесите размеры по образцу. В процессе простановки размера на экране появляется окно **Установить значение размера**, в котором и вводят нужное значение.

Далее свяжите центр прямоугольника с началом координат. Откройте страницу **Параметризация** и включите инструмент **Объединить точки**. Укажите последовательно начало координат и точку в середине диагонали. Новое положение прямоугольника соответствует нижней фигуре на рисунке.

Для проверки параметризации дважды с небольшой паузой щелкните на одно из размерных чисел в красной рамке. В окне **Установить значение размера** введите любое новое число. Оцените изменения геометрии. Аналогично отредактируйте другой размер.

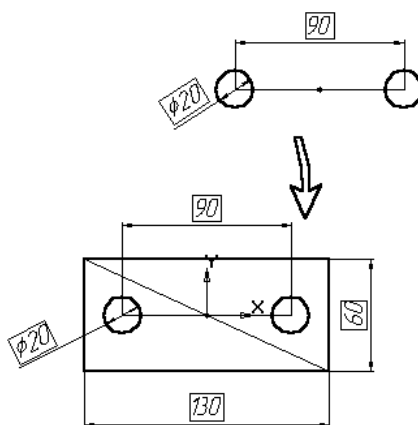
Выделите весь эскиз. Попробуйте сместить его относительно начала координат. Выделите любую сторону прямоугольника (выделенный объект имеет зеленый цвет). Используя квадраты - манипуляторы, попробуйте вручную изменить размеры прямоугольника.

Установите курсор на выделенном отрезке и щелкните правой клавишей мыши. В появившемся контекстном меню включите **Показать/удалить ограничения**. Выбирая пункты из списка, просмотрите на эскизе связи и ограничения, которые показывает система. Для инструмента **Ввод прямоугольника** автоматически устанавливаются ограничения **Вертикаль** и **Горизонталь**. При необходимости установленные ограничения можно снять (удалить).

**Упражнение №2.** Далее предположим, что в плите необходимо выполнить сквозные отверстия, у которых межцентровое расстояние жестко связано с центром плиты. На рисунке стрелкой показано перемещение окружностей, являющихся проекциями отверстий, из начального положения в конечное.

На инструментальной странице **Геометрические построения** включите инструмент **Ввод отрезка**, в окне стилей выберите **Тонкая** и постройте отрезок произвольной длины и с произвольным наклоном, расположенный выше и правее начала координат. Включите инструмент **Ввод точки** и постройте точку посередине отрезка. Включите инструмент **Ввод окружности**, в окне стилей выберите **Основная** и постройте две окружности произвольных радиусов с центрами, совпадающими с концами отрезка. Отрисовку осевых линий необходимо отключить!

Откройте страницу **Размеры и технологические обозначения**, включите инструмент **Линейный размер** и нанесите размер длины отрезка. В процессе простановки



размера на экране появляется окно **Установить значение размера**, в которое введите значение 90. С помощью инструмента **Диаметральный размер** нанесите диаметр левой окружности.

Далее откройте страницу **Параметризация** и включите инструмент **Горизонталь**. Укажите на отрезок в любом месте. Включите инструмент **Равенство радиусов** и укажите последовательно на окружность с фиксированным размером и на окружность без размера.

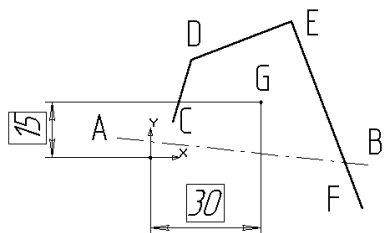
Включите инструмент **Объединить точки**. Укажите последовательно начало координат и точку в середине отрезка.

Для проверки параметризации дважды с небольшой паузой щелкните на одно из размерных чисел в красной рамке. В окне **Установить значение размера** введите любое новое число. Оцените изменения геометрии. Аналогично отредактируйте другой размер.

Выделите окружность или отрезок и попытайтесь изменить их размер или положение, действуя мышью. Установите на выделенной фигуре курсор, правой клавишей мыши вызовите контекстное меню и выберите **Показать/удалить ограничения**. Посмотрите, какие связи и ограничения показывает система.

Включите на Панели управления кнопку **Закончить редактирование**. Убедитесь, что в Дереве построения появилась запись Эскиз 1. Сохраните выполненные построения в файле **параметризация.m3d**.

**Упражнение №3.** Построить параметрический отрезок, который проходит через заданную точку G (30,15) и при своем вращении вокруг оси образует коническую поверхность с углом конуса  $8^\circ$ .



Выделите в Дереве построения **Фронтальная плоскость**, в окне Ориентация выберите **#Нормально к...** и включите **Новый эскиз**. На странице **Геометрические построения** включите **Ввод отрезка**, выберите стиль **Осевая** и постройте произвольный отрезок AB.

Включите **Ввод ломаной**, выберите стиль **Основная** и постройте контур CDEF. Включите **Ввод точки**, установите курсор в положение с координатами (30,15).

Для этого нажмите клавиатурную комбинацию **<Alt>+<X>**, наберите 30, нажмите **<Enter>**. Аналогично, используя **<Alt>+<Y>**, задайте координату 15. постройте точку G нажатием **<Enter>**.

На странице **Размеры и технологические обозначения** включите **Линейный размер** и нанесите параметрические координаты точки G.

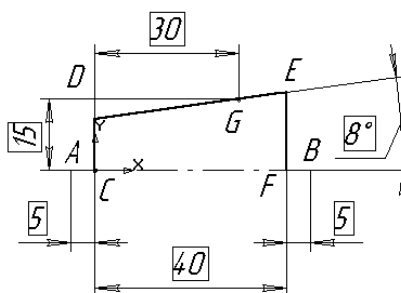
Далее откройте страницу **Параметризация**, включите инструмент **Вертикаль**, укажите на отрезки CD и EF.

Включите инструмент **Выровнять точки по горизонтали**, укажите последовательно: начало координат и точку A, начало координат и точку B, начало координат и точку F.

Включите инструмент **Объединить точки**, укажите на начало координат и точку C.

Включите инструмент **Точка на кривой**, укажите на отрезок DE и точку G.

Откройте страницу **Размеры и технологические обозначения**. Включите инструмент **Линейный размер** и нанесите фиксированные (параметрические размеры): длину конуса CF, выступание



АС оси влево от начала координат, выступание FB оси вправо от начала координат. Включите инструмент **Угловой размер** и нанесите размер угла, образованного осью АВ и отрезком DE. В окне **Установить значение углового размера** наберите 8 для **Градусов**, нажатием клавиши <Tab> перейдите к **Минутам** и наберите 0, нажатием клавиши <Tab> перейдите к **Секундам** и наберите 0, включите **ОК**.

Выделите все изображение или его элемент. Откройте щелчком правой клавиши мыши контекстное меню, выберите **Показать/удалить ограничения** и изучите выдаваемые сообщения. Двойным щелчком активизируйте любое размерное число (в красной рамке). В окне **Установить значение размера** введите новое число и посмотрите, как изменились контуры.

Включите на Панели управления кнопку **Закончить редактирование**. Найдите в Дереве построения новую запись. Сохраните построения в файле.

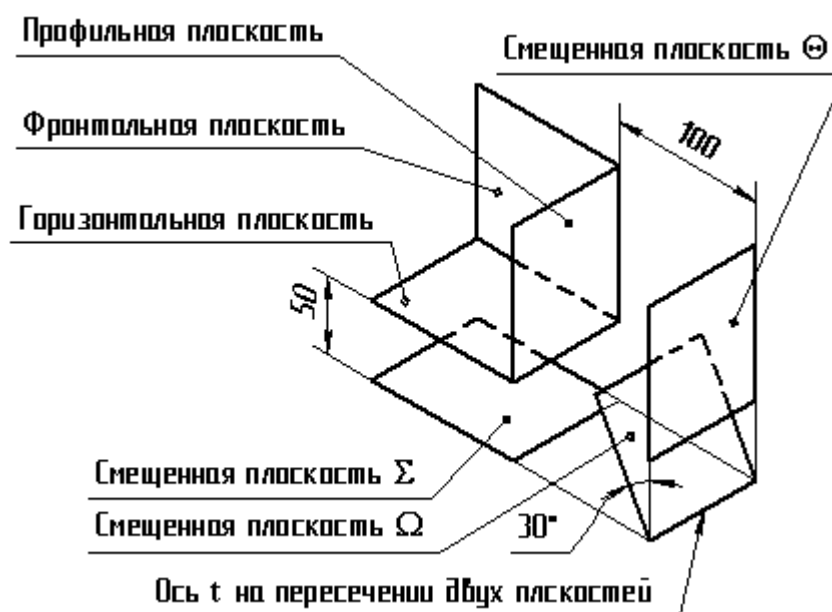
### Вспомогательные построения

Эскизы могут лежать во вспомогательных плоскостях. Для примера построим следующие элементы (см. рисунок):

**плоскость  $\Sigma$** , параллельную **Горизонтальной плоскости** и отстоящую от нее на 50 мм;

**плоскость  $\Theta$** , параллельную **Профильной плоскости** и отстоящую от нее 100 мм;

**плоскость  $\Omega$** , проходящую через линию пересечения плоскостей  $\Sigma$  и  $\Theta$  и образующую с плоскостью  $\Theta$  угол  $30^\circ$ .



Включите кнопку **Новая деталь**. Выделите в Дереве построения **Горизонтальная плоскость**. В окне **Ориентация** выберите **#Изометрия**. Откройте страницу **Вспомогательная геометрия** и включите инструмент **Смещенная плоскость**. В окне **Смещение** введите расстояние **50**, кнопкой **Изменить направление** установите правильное расположение новой плоскости (ниже Горизонтальной). Завершите построение смещенной плоскости  $\Sigma$  включением кнопки **Создать объект**. Убедитесь, что в Дереве построения появилась новая запись.

Выделите в Дереве построения **Профильная плоскость**. В окне **Ориентация** выберите **#Изометрия**. Включите инструмент **Смещенная плоскость**. В окне **Смещение** введите расстояние **100**, кнопкой **Изменить направление** установите правильное расположение новой плоскости (правее Профильной). Завершите построение смещенной плоскости  $\Theta$  включением кнопки **Создать объект**.



Включите инструмент **Ось на пересечении плоскостей**. Укажите последовательно на плоскость  $\Sigma$  и плоскость  $\Theta$ . Создание ребра  $t$  сопровождается записью в Дереве построения: Ось пересечения двух плоскостей 1.

Включите инструмент **Плоскость под углом к другой плоскости**. В окне **Угол** введите значение **30**. Укажите последовательно на ребро - ось  $t$  и смещенную плоскость  $\Theta$ . В окне **Изменить знак угла** выберите нужное расположение новой плоскости по образцу. Завершите построение смещенной плоскости ☐ включением кнопки **Создать объект**. Запишите построения в файл с новым именем.

## ПОСТРОЕНИЕ 3D МОДЕЛИ КОРПУСА

Эскиз корпуса показан на следующей странице. Корпус является базовой деталью сборочной единицы "Кран сливной". Корпус содержит следующие элементы формы: плиту с бобышками и крепежными отверстиями (основание модели); вертикальную колонну; горизонтальные цилиндры с фланцами; ребра жесткости; ступенчатые отверстия (горизонтальное сквозное и вертикальное глухое). Резьба М39 для соединения корпуса с крышкой (см. вертикальное отверстие) и -резьба М24 для присоединения патрубков (см. горизонтальное отверстие) на эскизе условно не показаны. Гладкие отверстия корпуса имеют размеры  $\varnothing 34,6$  и  $\varnothing 20,8$ , равные внутренним диаметрам указанных резьб.

### Типовой алгоритм моделирования элемента

1. Мысленно выбирается плоскость для эскиза операции. Если **Фронтальная**, **Горизонтальная**, **Профильная** плоскости или грани уже имеющихся элементов не подходят, то создается вспомогательная смещенная плоскость.

2. Выделяется **Плоскость** в Дереве построения или на имеющемся элементе модели.
3. На Панели управления включается кнопка **Новый эскиз**. В среде плоскографического редактора вычерчивается контур (контуры). Включается кнопка **Закончить редактирование**.

4. Выделяется **Эскиз** в Дереве построения. На странице Построение детали включается кнопка нужной операции.

Для операций **Кинематическая** и **Сечения** создается не менее двух эскизов. Они располагаются в разных плоскостях.

#### Регистрация новой модели

На Панели управления включите кнопку **Новая деталь**. Откройте меню **Настройка** и раздел **Параметры текущей детали...**

В окне Настройка параметров текущей детали откройте раздел **Свойства** и введите данные для корпуса (<Enter> не нажимать): в окне Обозначение наберите: **ВТУЗ.ИНЖГРА.001.0001**; в окне Наименование наберите: **Корпус**; в окне Материал: выделите в списке БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78. Откройте раздел **Цвет** и на правой панели включите кнопку **Цвет**. Выберите тон (если необходимо назначить каждой детали оригинальную окраску), включите кнопку **ОК** на палитре.

Включите кнопку **ОК** в окне Настройка параметров текущей детали. Обратите внимание на изменения в Дереве построения. На Панели управления включите кнопку **Сохранить документ** и запишите начальные действия в файл **Корпус.m3d**.

#### Моделирование основания.

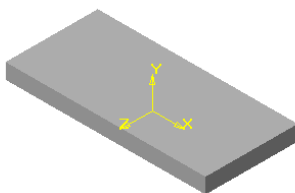
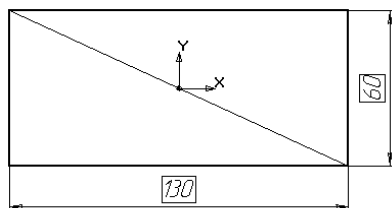
##### Операция Выдавливание

Выделите в Дереве построения **Горизонтальная плоскость**. Выберите в окне Ориентация **#Нормально к...**, Включите на Панели управления кнопку **Новый эскиз**.

На странице **Геометрические построения** включите инструмент **Ввод прямоугольника**. Выберите стиль **Основная** и постройте произвольный прямоугольник в любом месте экрана. Включите инструмент **Ввод отрезка** и стилем **Тонкая** постройте в прямоугольнике любую диагональ. Включите инструмент **Ввод точки** и постройте точку по середине диагонали, используя соответствующую привязку.

Откройте страницу **Размеры и технологические обозначения**. Включите инструмент **Линейный размер** и нанесите размеры сторон прямоугольника. В окне **Установить значение размера** задайте значения 60 и 130.

Откройте страницу **Параметризация**. Включите инструмент **Объединить точки**, укажите последовательно на начало координат и на центр прямоугольника, используя соответствующие привязки.



Включите кнопку **Закончить редактирование**. В Дереве построения появилась запись Эскиз 1. Дважды щелкните на этой строке, разделяя щелчки небольшой паузой. После появления мигающего курсора введите новое наименование эскиза, например, **Эскиз основания**.

Включите Ориентацию **#Изометрия** и отображение **Полутоновое**. Выделите **Эскиз** в Дереве построения. На открытой странице **Построение детали** включите инструмент **Операция выдавливания**.

В этот момент появится окно Параметры. Изменяя параметры операции, можно наблюдать форму, которую примет модель после включения кнопки Создать. Иногда окно Параметры мешает этому наблюдению. Переместите в

сторону окно, удерживая его мышью за строку-заголовок, или модель, используя кнопку **Сдвиг**. Окно Параметры восстанавливается на экране после включения кнопки **Стоп**.

В окне Параметры на закладке "операция выдавливания" включите **Прямое направление** (на модели прямое направление показано стрелкой), в окне Тип - **На расстояние**, в окне Расстояние наберите **10**, в окне Уклон наберите **0**. При необходимости откройте закладку "тонкой стенки" и **отключите** опцию **"создавать тонкую стенку"**. Вернитесь к закладке "операция выдавливания" и включите кнопку **Создать**.

В Дереве построения появилась новая запись: Операция выдавливания 1. Выделите ее двойным щелчком (с паузой) и введите новое наименование элемента: **Плита основания**. При включении кнопки "+" система показывает эскизы, использованные в операции создания данного элемента.

Если результат не соответствует ожиданиям, то можно предпринять следующие действия:

щелкните на **эскизе** в Дереве построения правой клавишей мыши и откройте **контекстное меню**. Далее по ситуации выберите: **Редактировать эскиз** или **Удалить эскиз**;

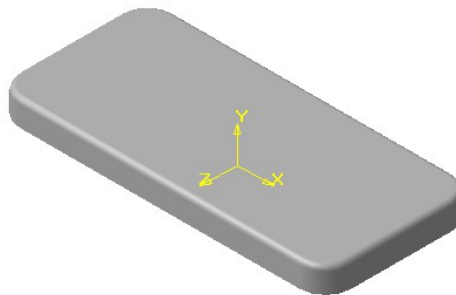
или

щелкните на **элементе** в Дереве построения правой клавишей мыши и откройте **контекстное меню**. Далее выберите: **Редактировать элемент** (то есть изменить параметры операции), или **Удалить элемент**, или **Редактировать эскиз** (к данному элементу).

### Команда

### Скругление

Выполним на основании скругления. Пусть задано, что углы прямоугольника в основании скруглены радиусом 10 мм, а ребра верхней горизонтальной грани - радиусом 2 мм.



Включите

отображение **Каркас**. Удерживая клавишу <Ctrl>, выделите мышью вертикальные ребра основания. Следите за правильностью привязки. При необходимости используйте команду **Повернуть**.

На странице Построение детали включите инструмент **Скругление**. В окне Параметры скругления в разделе "Количество выбранных объектов" найдите зафиксированные системой объекты: Ребра 4. В разделе "Радиус" установите значение **10**.

Включите кнопку **Создать**. В Дереве построения замените наименование операции на **Скругление основания R10**.

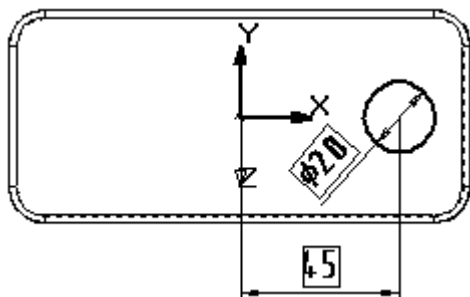
Выделите верхнюю грань основания и включите инструмент **Скругление**. В окне "Параметры скругления" в разделе "Количество выбранных объектов" найдите зафиксированные системой объекты: **Грани 1**. В разделе "Радиус" установите значение **2**. Включите кнопку **Создать**. В Дереве построения замените наименование операции на **Скругление основания R2**.

Сохраните модель в файле **корпус.m3d**.

Отметим, что можно сначала включить кнопку Скругление, а затем выделять ребра или грани, контролируя количество элементов в окне "Параметры скругления".

### Бобышка. Операция Приклеить выдавливанием

На экране - модель основания (плиты) в окне документа Корпус. Включите режим **Каркас**; ориентацию **#Изометрия**.



Выделите верхнюю грань основания. Установите ориентацию **#Нормально к...** Включите кнопку **Новый эскиз**.

Выберите на странице **Геометрические построения** инструмент **Ввод окружности** и стиль **Основная**. Изобразите произвольную окружность где-нибудь выше и правее начала координат.

Выберите на странице **Параметризация** инструмент **Выровнять точки по горизонтали**. Укажите начало координат и центр окружности.

Выберите на странице **Размеры и технологические обозначения** инструмент **Диаметральный размер**. Проставьте диаметр 20.

Включите **Линейный размер** и проставьте расстояние 45.

Включите кнопку **Закончить редактирование**. В Дереве построения оформите запись **Эскиз бобышки**.

Включите: **#Изометрия**. Выделите эскиз в Дереве построения. На странице **Построение детали** включите кнопку **Приклеить выдавливанием**. Задайте: **Прямое направление** - **На расстояние** - 5. Включите кнопку **Создать**. В Дереве построения оформите запись **Бобышка**.

### Операция Вырезать выдавливанием

Как можно заметить, в операциях моделирования присутствуют одинаковые действия. Поэтому далее приведем конспективное описание технологии.

Кнопка **Каркас** ⇒ ориентация **#Изометрия** ⇒ выделите верхнюю грань бобышки.

Ориентация **#Нормально к...** ⇒ кнопка **Новый эскиз**.

Страница **Геометрические построения** ⇒ **Ввод окружности** ⇒ стиль **Основная** ⇒ окружность диаметром 11 мм в центре грани ⇒ кнопка **Закончить редактирование**.

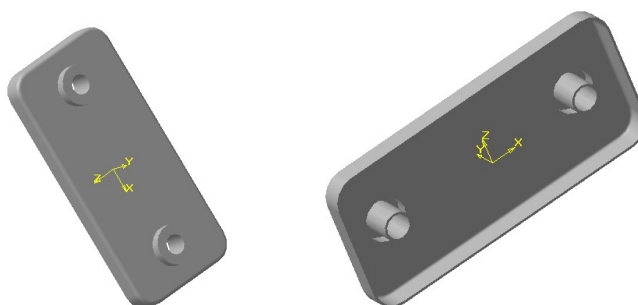
Ориентация **#Изометрия** ⇒ выделите эскиз в Дереве построения ⇒ страница **Построение детали** ⇒ кнопка **Вырезать выдавливанием** ⇒ в окне Параметры задайте **Прямое направление** ⇒ тип - **Через все** ⇒ **Создать**.

Кнопки **Полутоновое** ⇒ **Повернуть**. Рассмотрите модель с разных сторон. Сохраните документ.

### Команда Зеркальная копия

Вторую бобышку с отверстием получим зеркальным копированием относительно плоскости симметрии, в качестве которой здесь выступает Профильная плоскость.

Ориентация **#Изометрия** ⇒ страница **Построение детали** ⇒ кнопка **Зеркальная копия** ⇒ выделите в Дереве построения **Профильная плоскость** ⇒ придерживая клавишу <Ctrl>, выделите в Дереве построения элементы Бобышка и Отверстие (без переименования это "Вырезать элемент выдавливания 1") ⇒ кнопка **Создать объект** на дополнительной панели операции.



Сохраните документ. Повторим порядок действий: сначала кнопка **Зеркальная копия**, потом указываем плоскость симметрии, потом указываем копируемые элементы - оригиналы.

### **Команда Оболочка**

Включите: **Полутоновое**  $\Rightarrow$  **#Изометрия**  $\Rightarrow$  **Повернуть**. Разверните модель так, чтобы ее опорная плоскость была видна. Выделите эту грань. Страница **Построение детали**  $\Rightarrow$  кнопка **Оболочка**. В окне "Параметры оболочки" включите: **Внутрь - Толщина, мм 1 - Создать**.

Обратите внимание: материал удаляется именно от той плоскости (грани), которую указывает пользователь, и формируется в виде тонкой стенки.

### **Команда Исключить элемент из расчета**


Найдите в Дереве построения запись "Оболочка 1" и щелкните на ней правой клавишей мыши. В контекстном меню выберите **Исключить из расчета**. Модель приобретет именно ту форму, которую она имела до построения оболочки. Однако вся информация об элементе Оболочка сохраняется в файле. Оболочку можно восстановить, если в Дереве построения на записи "Оболочка 1" открыть контекстное меню (правой клавишей мыши) и выбрать **Включить в расчет**. Вернитесь к варианту с оболочкой.

Обратите внимание: "Исключить из расчета" и "Удалить элемент" – это разные команды!

### **Изменение последовательности построения**

Посмотрите на Дерево построения и убедитесь, что элемент Оболочка появился после элементов Бобышка и Отверстие. Элементы в Дереве построения можно переносить. При этом изменяется очередность их создания и, как получится в нашем примере, модель в целом.

Включите: **Полутоновое**  $\Rightarrow$  **#Изометрия**  $\Rightarrow$  **Повернуть**. Разверните модель так, чтобы ее внутренняя часть была видна (см. предыдущий рисунок).

Выделите в Дереве построения одним щелчком левой клавиши мыши запись Оболочка и, не отпуская, переместите запись на строку Бобышка. Курсор при этом принимает вид .

Запись Оболочка расположилась между строками Бобышка и Отверстие. Для изменения модели включите на Панели управления кнопку **Перестроить**. Сравните два варианта детали.

Действуя аналогично, перенесите запись Оболочка на прежнее место, в конец Древа построения.

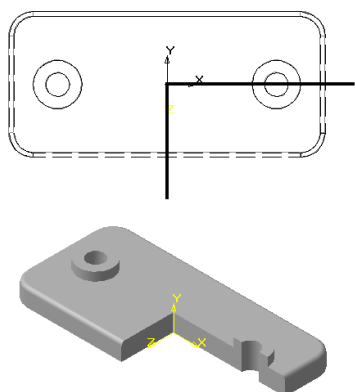
### **Сечение плоскостью**

Щелкните правой клавишей мыши в Дереве построения на записи **Оболочка** и, применяя команду из контекстного меню, **Исключите из расчета** этот элемент.

Выполним сечение модели Фронтальной плоскостью. Включите: **Полутоновое**  $\Rightarrow$  **#Изометрия**. В Дереве построения выделите **Фронтальная плоскость**. Страница **Построение детали**  $\Rightarrow$  кнопка **Сечение плоскостью**. Появится окно Параметры сечения плоскостью. Убедитесь, что в разделе "Плоскость сечения" указана Фронтальная плоскость. В разделе "Направление сечения" выберите **Обратное**. Включите кнопку **Создать**. Система показывает на модели стрелкой то направление, в котором будет удален материал. Аналогично выполняется сечение (срез) любой вспомогательной смещенной плоскостью, например наклонной. Такая плоскость создается заранее и входит в перечень элементов в Дереве построения.

### Сечение по эскизу

Исключите из расчета элемент **Сечение плоскостью 1** в Дереве построения.



Сечение по эскизу выполняют в том случае, когда необходимо применить несколько секущих поверхностей. Их следы образуют на эскизе незамкнутый контур, состоящий из прямолинейных и криволинейных отрезков. В Дереве построения выберите **Горизонтальная плоскость**, включите: **Новый эскиз**  $\Rightarrow$  **Каркас**  $\Rightarrow$  **#Нормально к...**

Страница **Геометрические построения**  $\Rightarrow$  инструмент **Ввод ломаной**, стиль **Основная**  $\Rightarrow$  построить контур по образцу. В процессе построения удобно использовать привязку **Выровнять** из контекстного меню,

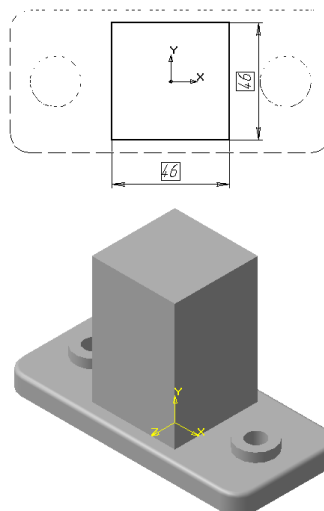
которое открывается правой клавишей мыши. Вернитесь к объемному моделированию: **Завершить эскиз**.

В Дереве построения выделите новый **Эскиз**. Страница **Построение детали**  $\Rightarrow$  кнопка **Сечение по эскизу**. Появится окно Параметры сечения по эскизу. Убедитесь, что разделе "Профиль сечения" указан нужный эскиз. В разделе "Направление сечения" выберите **Обратное**. Включите кнопку **Создать**.

Исключите из расчета элемент **Сечение по эскизу 1** и сохраните документ.

### Построение колонны

Выделите верхнюю грань основания. Включите: **Новый эскиз**  $\Rightarrow$  **Каркас**  $\Rightarrow$  **#Нормально к...** Постройте квадрат с длиной стороны 46 мм - проекцию колонны. Можно повторить действия, описанные выше для плиты - основания корпуса. Для сокращения времени полную параметризацию не выполняйте.



Страница **Геометрические построения**  $\Rightarrow$  кнопка **Ввод Прямоугольник по центру и вершине**  $\Rightarrow$  стиль **Основная**. Изобразите прямоугольник, используя привязку к началу координат и задавая длину ( $\langle \text{Alt} \rangle + \langle w \rangle$ ) и высоту ( $\langle \text{Alt} \rangle + \langle h \rangle$ ) в строке параметров. Включите кнопку **Закончить редактирование**.

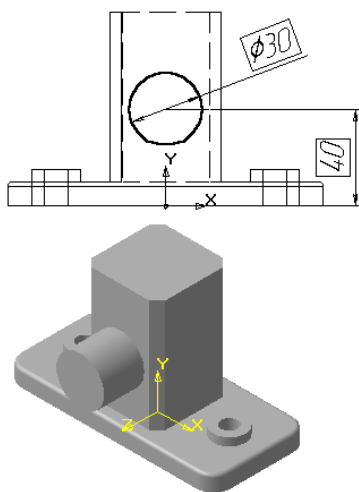
Далее включите: **Полутоновое**, **#Изометрия**. Выделите **Эскиз** в Дереве построения. На открытой странице **Построение детали** включите инструмент **Приклеить выдавливанием**. В окне Параметры на закладке "операция выдавливания" включите **Прямое направление**, в разделе "Тип" - **На расстояние**, в разделе "Расстояние" наберите **70**, в разделе "Уклон" наберите **0**. При необходимости откройте закладку "тонкой стенки" и **отключите** "создавать тонкую стенку". Вернитесь к закладке "операция выдавливания"  $\Rightarrow$  **Создать**.

Напомним, что в случае, когда эскиз или элемент выполнен с ошибкой, необходимо щелкнуть правой клавишей мыши на соответствующем наименовании в Дереве построения и выбрать в контекстном меню: **Редактировать эскиз**, **Удалить эскиз**, **Редактировать элемент**, **Удалить элемент**.



### Команда Фаска

Включите: **Каркас**. Удерживая клавишу <Ctrl>, выделите мышью вертикальные ребра колонны. Следите за правильностью привязки. При необходимости поверните модель.



На странице **Построение детали** включите инструмент **Фаска**. В окне "Параметры фаски" в разделе "Количество выбранных объектов" система покажет **Ребра 4**. Ошибочное выделение ребра можно снять повторным его указанием на модели. В разделе "Способ построения фаски" включите **по стороне и углу**. В разделе "L1" установите значение **5**, в разделе "Угол" - значение **45**. Включите кнопку **Создать**.

### Построение цилиндра

Оси боковых цилиндров  $\phi 30$  располагаются на высоте 40 мм от Горизонтальной плоскости.

Выделите переднюю грань колонны. Включите: **Новый эскиз, Каркас, #Нормально к...**

Страница **Геометрические построения**  $\Rightarrow$  кнопка **Ввод окружности**  $\Rightarrow$  стиль **Основная**. Постройте произвольную окружность в любом месте.

Страница **Параметризация**  $\Rightarrow$  кнопка **Выровнять точки по вертикали**. Укажите последовательно на начало координат и на центр окружности.

Страница **Размеры и технологические обозначения**  $\Rightarrow$  Кнопка **Диаметральный размер**. Укажите на окружность. В окне

Установить значение размера введите **30**. Инструментом **Линейный размер** нанесите расстояние от начала координат, равное **40**. Включите **Закончить редактирование**.

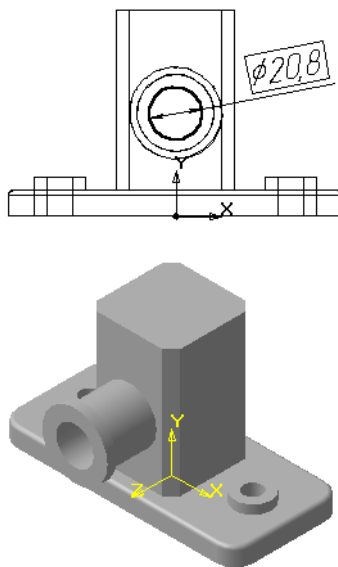
Включите: **Полутоновое, #Изометрия**. Выделите **Эскиз трубы** в Дереве построения. Страница **Построение детали**  $\Rightarrow$

кнопка **Приклеить выдавливанием**. В окне

Параметры на закладке "операция выдавливания" включите **Прямое направление**, в разделе "Тип" - **На расстояние**, "Расстояние" - **25**,

"Уклон" - **0**. При необходимости отключите "создавать тонкую

стенку". Вернитесь к закладке "операция выдавливания"  $\Rightarrow$  **Создать**.



### Построение фланца

Выделите торец цилиндра. Включите: **Новый эскиз, Каркас; #Нормально к...**

Страница **Геометрические построения**  $\Rightarrow$  **Ввод окружности**  $\Rightarrow$  **Основная**. Изобразите окружность с центром, совпадающим с центром торца. Страница **Размеры и технологические обозначения**  $\Rightarrow$  **Диаметральный размер**  $\Rightarrow$  значение **36**. Завершите эскиз: **Закончить редактирование**.

Включите: **Полутоновое** ⇒ **#Изометрия**. Выделите **эскиз** в Дереве построения. Страница **Построение детали** ⇒ **Приклеить выдавливанием**. Установите параметры: **Прямое направление** - **На расстояние** - 5. Включите **Создать**.

#### Построение расточки в цилиндре

Выделите торец фланца. Включите: **Новый эскиз, Каркас; #Нормально к...** Страница **Геометрические построения** ⇒ **Ввод окружности** ⇒ **Основная**.

Изобразите окружность с центром, совпадающим с центром торца. Страница **Размеры и технологические обозначения** ⇒ **Диаметральный размер** ⇒ значение **20,8**. Завершите эскиз: **Закончить редактирование**.

Включите: **Полутоновое** ⇒ **#Изометрия**. Выделите **эскиз** в Дереве построения. Страница **Построение детали** ⇒ **Вырезать выдавливанием**. Установите параметры: **Прямое направление** - **На расстояние** - 20. Включите **Создать**.

#### Симметричные построения

Страница **Построение детали** ⇒ кнопка **Зеркальная копия** ⇒ выделите в Дереве построения плоскость симметрии - **Фронтальная плоскость** ⇒ удерживая **<Ctrl>**, выделите в Дереве построения или непосредственно на модели копируемые элементы - **Цилиндр, Фланец, Расточку** ⇒ включите на дополнительной панели кнопку **Создать объект**.

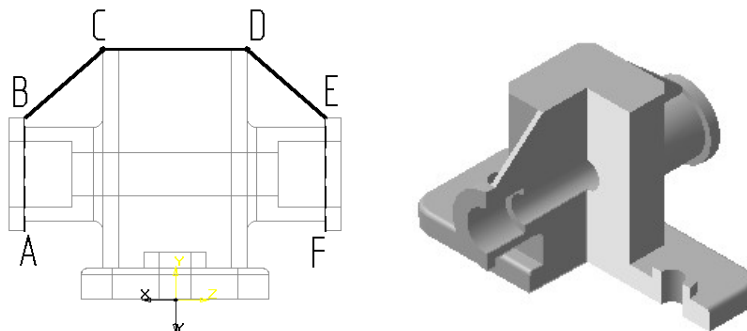
Выполните скругление. Удерживая **<Ctrl>**, выделите ребра на пересечении переднего и заднего цилиндров с колонной. При необходимости включите **Каркас** и **Повернуть**. Страница **Построение детали** ⇒ **Скругление** ⇒ раздел **"Радиус"** ⇒ значение **3** ⇒ **Создать**. На рисунке показана часть модели, отсеченная Профильной плоскостью (выполнять не обязательно).

#### Построение сквозного отверстия в цилиндрах

Рассмотрите модель и найдите плоскость - донышко расточки в левом цилиндре. Выделите эту плоскость.

Включите: **Новый эскиз, Каркас; #Нормально к...** Страница **Геометрические построения** ⇒ **Ввод окружности** ⇒ **Основная**. Изобразите окружность с центром, совпадающим с центром донышка. Страница **Размеры и технологические обозначения** ⇒ **Диаметральный размер** ⇒ значение **14**. Завершите эскиз: **Закончить редактирование**.

Включите: **Полутоновое** ⇒ **#Изометрия**. Выделите **эскиз** в Дереве построения. Страница **Построение детали** ⇒ кнопка **Вырезать выдавливанием**. Установите параметры: **Прямое направление** - "Тип" **Через все**. Включите **Создать**.



#### Построение ребра жесткости

Выделите в Дереве построения **Профильная плоскость** ⇒ **Новый эскиз** ⇒ **Каркас** ⇒ **#Слева**.



Откройте меню **Операции** и включите **Спроецировать объект**. Используя привязки, укажите ребро АВ, вершину С, вершину D, ребро EF.

Страница **Геометрические построения** ⇒ **Ввод ломаной** ⇒ Стил **Основная**. Изобразите контур BCDE (вершины не надписывать). Выделите и удалите отрезки АВ и EF. Завершите эскиз: **Закончить редактирование**.

Страница **Построение детали** ⇒ кнопка **Ребро жесткости**. В окне Параметры ребра жесткости на закладке "Направление" задайте: **Прямое направление** ⇒ "Угол, гр." значение 0. Откройте закладку "Толщина" и задайте: **Средняя плоскость** ⇒ "Толщина" 5. Включите **Создать**. Сечение по эскизу, показанное на рисунке, выполнять не обязательно.

### Построение расточки в колонне

Выделите плоскость - верхнюю грань колонны. Включите: **Новый эскиз, Каркас; #Нормально к...** Страница **Геометрические построения** ⇒ **Ввод окружности** ⇒ **Основная**.

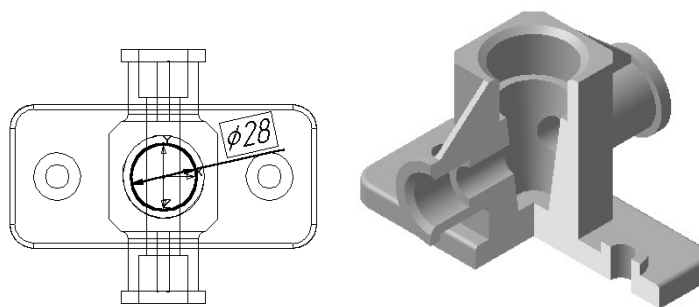
Изобразите окружность с центром, совпадающим с началом координат. Если не стремиться к полной параметризации, то значение радиуса 17,3 мм можно ввести в строке параметров (<Alt>+<R>) без нанесения размера на эскизе. Завершите эскиз: **Закончить редактирование**.

Включите: **Полутоновое** ⇒ **#Изометрия**. Выделите эскиз в Дереве построения. Страница **Построение детали** ⇒ **Вырезать выдавливанием**. Установите параметры: **Прямое направление - На расстояние - 20**. Включите **Создать**.

### Построение конического отверстия

Выделите плоскость - доннышко углубления в колонне. Включите: **Новый эскиз, Каркас; #Нормально к...** Страница **Геометрические построения** ⇒ **Ввод окружности** ⇒ **Основная**.

Изобразите окружность с центром, совпадающим с началом координат. Значение радиуса 14мм (см. Ø28) можно ввести в строке параметров инструмента. Завершите эскиз: **Закончить редактирование**.



Включите: **Полутоновое** ⇒ **#Изометрия**. Выделите эскиз в Дереве построения. Страница **Построение детали** ⇒ **Вырезать выдавливанием**. Задайте параметры: **Прямое направление** ⇒ "Тип" **На расстояние** ⇒ "Расстояние" 45 ⇒ "Уклон, гр." 8 ⇒ "Внутрь" (установите флажок). Включите **Создать**.

Включите: **Каркас**. Удерживая клавишу <Ctrl>, выделите мышью наружные ребра отверстий Ø20,8 в цилиндрах и ребро отверстия Ø34,6 в колонне. При необходимости поверните модель.

На странице **Построение детали** включите инструмент **Фаска**. В окне Параметры фаски в разделе "Количество выбранных объектов" система покажет **Ребра 3**. В разделе "Способ построения фаски" включите **по двум сторонам** ⇒ "L1" значение 3, ⇒ "L2" 2. Включите кнопку **Создать**. Сохраните документ.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

### ВОПРОС 1 (1.1)

Направлениями компьютерной графики являются...

*1 компьютерный дизайн и вёрстка*

*2 CAD системы*

3 математические программные пакеты

4 системы мультимедиа

5 операционные системы

6 системы описания баз данных

### ВОПРОС 2 (1.2)

Аббревиатура САПР – это...

*1 система автоматизированного проектирования*

2 специализированный автоматизированный пакет разработки чертежей

3 самонастраивающаяся автоматизированная программа

4 система автоматического производства

### ВОПРОС 3 (1.3)

CAD-системы предназначены для...

*1 создания чертежей, трёхмерных моделей конструкторской, технологической и других видов документации*

2 автоматизированного проектирования технологических процессов

3 инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов

4 управления инженерными данными и жизненным циклом изделия

### ВОПРОС 4 (1.4)

Графические форматы систем проектирования могут быть...

*1 растровыми*

*2 векторными*

3 командными

4 пиксельными

5 параметрическими

6 структурными

### ВОПРОС 5 (1.5)

Растровая графика хранит все данные в виде...

*1 элементов (информации для) каждого графического изображения*

2 структурной схемы графических изображений

3 команд, которые описывают размеры и форму каждого графического объекта

4 двоичных кодов графических изображений

### ВОПРОС 6 (1.6)

Векторная графика хранит все данные в виде...

*1 команд, которые описывают размеры и форму каждого графического объекта*

2 структурной системы графических изображений

3 элементов каждого пикселя графического изображения

4 двоичных кодов графических изображений

### **ВОПРОС 7 (1.7)**

Система трёхмерного твёрдотельного моделирования КОМПАС-3D относится к...

- 1 САПР среднего уровня**
- 2 САПР низшего уровня
- 3 САПР высшего уровня

### **ВОПРОС 8 (1.8)**

Для выпуска проектно-конструкторской документации профессиональная версия системы КОМПАС-3D предусматривает создание файлов типа...

- 1 чертёж**
- 2 деталь
- 3 сборка
- 4 эскиз
- 5 сборочный чертёж
- 6 чертёж общего вида
- 7 изделие

### **ВОПРОС 9 (2.1)**

Геометрические примитивы – это...

- 1 простейшие геометрические объекты (отрезки, окружности, прямоугольники и др.)**
- 2 чертежи, выполненные не полностью
- 3 чертежи простых, несложных по устройству деталей
- 4 любые плоские изображения

### **ВОПРОС 10 (2.2)**

Привязкой в системе КОМПАС-3D называют...

- 1 автоматическую фиксацию курсора в какой-либо характерной точке геометрического примитива**
- 2 назначение размеров в параметрической форме
- 3 команду объединения геометрических примитивов в макроэлемент
- 4 всплывающее контекстное меню

### **ВОПРОС 11 (2.3)**

Для создания двумерных чертежей в системе КОМПАС-3D служит файл типа...

- 1 чертёж**
- 2 деталь
- 3 фрагмент
- 4 сборка
- 5 спецификация

### **ВОПРОС 12 (2.4)**

Параметры команд в системе КОМПАС-3D находятся...

- 1 на панели свойств**
- 2 на панели инструментов
- 3 на панели характеристик
- 4 на компактной панели
- 5 в технических требованиях

### ВОПРОС 13 (2.5)

Предопределённый порядок задания параметров, существующий в системе КОМПАС-3D, – это...

**1 автоматическая активизация параметров объекта в заранее определённой последовательности**

2 автоматическая фиксация параметров объектов при выполнении нужной привязки

3 заранее определённый порядок построения геометрических примитивов

4 автоматическое задание параметров объекта независимо от пользователя

### ВОПРОС 14 (2.6)

Параметрами команды *Отрезок* в системе КОМПАС-3D являются...

**1 координаты начальной точки**

**2 координаты конечной точки**

**3 длина**

**4 угол наклона к оси X текущей системы координат**

**5 стиль линии**

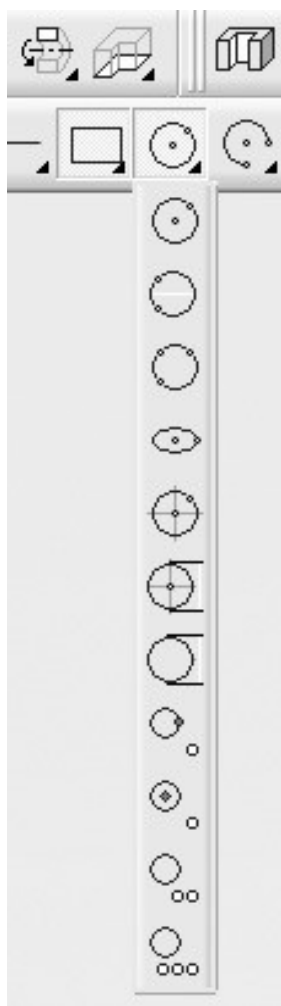
6 толщина линии

7 цвет линии

8 стрелки на концах отрезка

### ВОПРОС 15 (2.7)

Изображённая на рисунке панель системы ADEM v. 8.1 называется...



**1 панелью расширенных команд Окружность**

2 панелью расширенных команд Дуга Центр

3 панелью расширенных команд Проволока

4 панелью расширенных команд Скругление

### **ВОПРОС 16 (3.1)**

В современных CAD-системах проектирование осуществляется по схеме...

**1** *трёхмерная модель – ассоциативный чертёж – спецификация*

2 ассоциативный чертёж – спецификация – трёхмерная модель

3 ассоциативный чертёж – трёхмерная модель – спецификация

4 спецификация – ассоциативный чертёж – трёхмерная модель

### **ВОПРОС 17 (3.2)**

Для создания трёхмерных моделей в системе КОМПАС-3D служит файл типа...

**1** *деталь*

2 фрагмент

3 чертёж

4 изделие

5 спецификация

### **ВОПРОС 18 (3.3)**

Трёхмерное моделирование называется твёрдотельным, потому что...

**1** *модель занимает непрерывную область пространства определённой формы*

2 модель считается изготовленной из недеформируемого материала

3 система может рассчитать массо-центровочные характеристики модели

4 для модели можно назначить определённый материал и свойства этого материала

### **ВОПРОС 19 (3.4)**

В трёхмерном моделировании эскизом называется...

**1** *двумерный чертёж, выполненный по определённым правилам для выполнения формообразующей операции*

2 двумерный чертёж – набросок

3 двумерный чертёж, выполненный в глазомерном масштабе

3 модель, выполненная без соблюдения стандартного масштаба

### **ВОПРОС 20 (3.5)**

Трёхмерная модель создаётся...

**1** *в натуральную величину*

2 в масштабе уменьшения или увеличения в зависимости от размеров детали

3 в масштабе уменьшения для того, чтобы можно было полностью увидеть модель на экране

4 в любом масштабе

### **ВОПРОС 21 (3.6)**

Булевы формообразующие операции – это операции...

**1** *объединения или вычитания дополнительных элементов трёхмерной модели*

2 редактирования трёхмерных моделей

3 по выполнению ассоциативных чертежей

4 по созданию эскиза

### ВОПРОС 22 (3.7)

Формообразующий элемент при трёхмерном моделировании можно создать с помощью одной из следующих операций:

*1 операции выдавливания в КОМПАС-3D или операции Сместение в ADEM v. 8.1*

*2 операции вращения*

*3 кинематической операции в КОМПАС-3D или операции Движение в ADEM v. 8.1*

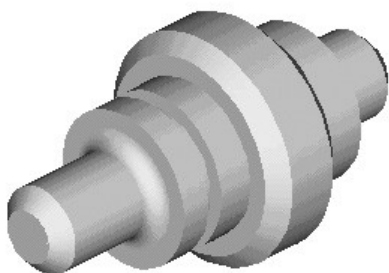
*4 операции по сечениям*

5 операции вырезания

6 операции слияния

### ВОПРОС 23 (3.8)

Первая формообразующая операция модели, изображённой на рисунке, выполнена при помощи...



*1 операции вращения*

2 операции выдавливания в КОМПАС-3D  
(операции Сместение в ADEM v. 8.1)

3 кинематической операции в КОМПАС-3D  
(операции Движение в ADEM v. 8.1)

4 операции по сечениям

### ВОПРОС 24 (3.9)

Первая формообразующая операция модели, изображённой на рисунке, выполнена при помощи...



*1 кинематической операции в КОМПАС-3D  
(операции Движение в ADEM v. 8.1)*

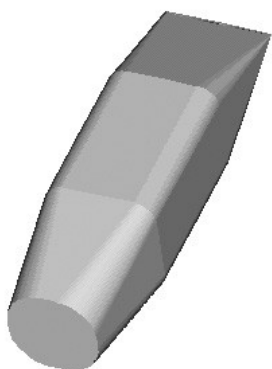
2 операции выдавливания в КОМПАС-3D  
(операции Сместение в ADEM v. 8.1)

3 операции вращения

4 операции по сечениям

### ВОПРОС 25 (3.10)

Первая формообразующая операция модели, изображённой на рисунке, выполнена при помощи...



*1 операции по сечениям*

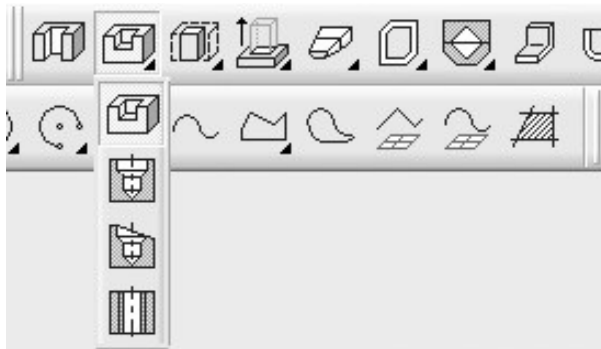
2 операции выдавливания в КОМПАС-3D  
(операции Сместение в ADEM v.8.1)

3 операции вращения

4 кинематической операции в КОМПАС-3D  
(операции Движение в ADEM v. 8.1)

### ВОПРОС 26 (3.11)

Изображённая на рисунке панель системы ADEM v. 8.1 называется...



- 1 панелью расширенных команд  
*Отверстие*
- 2 панелью расширенных команд  
*Смещение*
- 3 панелью расширенных команд  
*Вычитание элементов*
- 4 панелью расширенных команд  
*Создание чертёжных видов в по 3D модели*
- 5 панелью расширенных команд  
*Добавить материал*

### ВОПРОС 27 (3.12)

Ассоциативный чертёж – это...

*1 двумерный чертёж в виде ортогональных проекций, ассоциативно связанный с исходной 3D-моделью*

- 2 эскиз, подготовленный для создания объёмного текста на модели
- 3 любой двумерный чертёж, выполненный в КОМПАС-график
- 4 двумерный чертёж, выполненный по определённым правилам для выполнения формообразующих операций

### ВОПРОС 28 (3.13)

Компьютерный набор данных, которые вместе определяют геометрию изделия и иные свойства, необходимые для изготовления, контроля, приёмки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия, называется...

*1 электронной моделью изделия*

- 2 электронным прототипом изделия
- 3 электронным подобием изделия
- 4 электронным аналогом изделия
- 5 электронным изображением изделия

### ВОПРОС 29 (4.1)

Термин компьютерной графики «пиксел» допустимо использовать для обозначения...

*1 отдельного элемента растрового изображения*

- 2 отдельной точки экрана компьютера
- 3 отдельного элемента векторного изображения
- 4 минимальной единицы информации в памяти компьютера

### ВОПРОС 30 (4.2)

Для преобразования графической информации в компьютерное представление используются такие устройства, как...

*1 дигитайзер*

- 2 сканер
- 3 монитор
- 4 плоттер



### ВОПРОС 31 (4.3)

Системы, основное предназначение которых – создание чертёжно-конструкторской документации в электронном виде, относятся к...

**1 векторным геометро-графическим редакторам**

2 растровым геометро-графическим редакторам

3 системам поиска информации

4 системам автоматизированных расчётов

### ВОПРОС 32 (4.4)

К теоретико-множественным (булевым) операциям, используемым в процессе формирования трёхмерной модели объекта, **не относится** операция...

**1 поворота**

2 пересечения

3 объединения

4 вычитания

### ВОПРОС 33 (4.5)

Геометрическая компьютерная модель – это...

**1 математически точное описание формы, размеров и взаимного расположения поверхностей детали**

2 совокупность геометрических фигур, имеющая такую же площадь поверхности, как и проектируемая деталь

3 совокупность геометрических фигур, имеющая такой же объём, как и проектируемая деталь

4 изображение проектируемой детали, предназначенное для получения общего представления

### ВОПРОС 34 (4.6)

Векторная графическая модель состоит из последовательности...

**1 линейных графических элементов - отрезков**

2 векторов, отображающих порядок построения

3 векторов, характеризующих скорость построения

4 векторов – проецирующих лучей

### ВОПРОС 35 (4.7)

Для ввода в компьютер графической информации **не** применяется

**1 принтер**

2 сканер

3 графический планшет

4 мышь

### ВОПРОС 36 (4.8)

Для вывода графической информации в компьютере **не** применяется

**1 стриммер**

2 принтер

3 плоттер

4 дисплей

**ВОПРОС 37 (4.9)**

Растровая графическая модель состоит из последовательности...

**1 точек**

2 отрезков

3 геометрических решёток

4 проекций векторов

**ВОПРОС 38 (4.10)**

Пиксель – это...

**1 элемент изображения – точка**

2 единица яркости монитора

3 единица количества графической информации

4 инструмент графического редактора

**ВОПРОС 39 (4.11)**

Качество растровых устройств вывода графической информации оценивается количеством...

**1 точек на дюйм**

2 оттенков цветов на дюйм

3 временем вычерчивания одного дюйма линий

4 длиной линий, полученных на одном картридже

**ВОПРОС 40 (4.12)**

Компьютерная CAD программа предназначена для...

**1 автоматизированного построения 2D и 3D моделей детали**

2 автоматизированной подготовки процесса изготовления детали

3 автоматизированного исследования функционирования детали

4 автоматизированного документооборота и организации работы предприятия

**ВОПРОС 41 (4.13)**

Компьютерная CAM программа предназначена для...

**1 автоматизированной подготовки процесса изготовления детали**

2 автоматизированного построения 2D и 3D моделей детали

3 автоматизированного исследования функционирования детали

4 автоматизированного документооборота и организации работы предприятия

**ВОПРОС 42 (4.14)**

Компьютерная CAE программа предназначена для...

**1 автоматизированного исследования функционирования детали**

2 автоматизированного построения 2D и 3D моделей детали

3 автоматизированной подготовки процесса изготовления детали

4 автоматизированного документооборота и организации работы предприятия

**ВОПРОС 43 (4.15)**

Каркасная 3D геометрическая модель состоит из...

**1 вершин и ребёр**

2 геометрических фигур, описанных около детали

3 очерковых образующих линий

4 штрихов, полученных сканированием эскиза

**ВОПРОС 44 (4.16)**

Поверхностная 3D геометрическая модель детали состоит из...

*1 ограничивающих поверхностей*

2 поверхностей, описанных около заготовки

3 поверхностей простейших тел (призма, цилиндр, конус и т.п.)

4 поверхностей, полученных моделированием развёрток

**ВОПРОС 45 (4.17)**

В CAD/CAM ADEM твёрдотельная 3D геометрическая модель детали состоит из...

*1 базовых элементов формы (БЭФ)*

2 условно недеформируемых элементов

3 элементов с заданной твёрдостью поверхности

4 элементов, которые описывают термическую обработку будущей детали